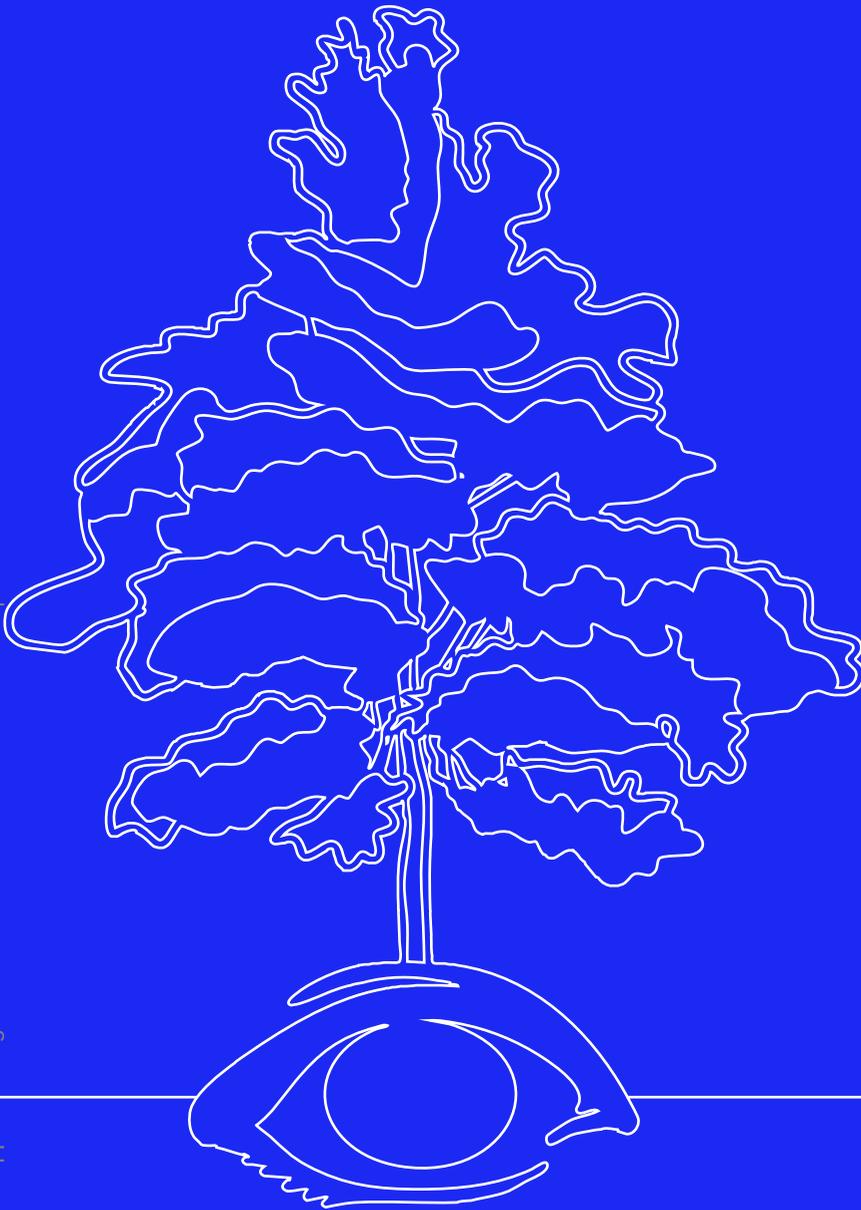


VANESSA WOHLHAUPTER

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



DIE KOMBINATION VON HOLZ UND LEHM IN DER BAUWIRTSCHAFT ÖSTERREICHS



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

DIE KOMBINATION VON HOLZ UND LEHM IN DER BAUWIRTSCHAFT ÖSTERREICHS

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ phil. Andrea Rieger-Jandl

E251 Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege

E251-01 Forschungsbereich Baugeschichte und Bauforschung

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Vanessa Wohlhaupter, BSc

01527904

Wien, am

Datum

.....

Unterschrift

Einleitung

Jahrtausende alte Baumaterialien wie Holz, Stroh und Lehm werden seit der Industrialisierung bis heute durch das Bauen mit Ziegeln, Beton und Stahl größtenteils verdrängt. Holz-Lehmbauweisen haben eine lange Geschichte in Europa und das Wissen über diese ideale Partnerschaft wird durch die kommenden Herausforderungen aufgrund des Klimawandels wichtiger denn je. Die Bauindustrie steht unter großem Druck und es muss schnellstmöglich ein Umdenken und Handeln stattfinden. Der Einsatz von ökologischen Baumaterialien, die Minimierung von Baustoffabfällen und dem Energieverbrauch während des Bauprozesses, die Schaffung von gesunden und lebenswerten Innenräumen, sowie ein hoher Vorfertigungsgrad, haben schon jetzt oberste Priorität. Vernakuläre Bauweisen konnten bereits mit einfachen Mitteln auf äußere, klimatische Einflüsse reagieren und ihre gewünschte Funktion zur Gänze erfüllen. Mit dem damaligen Wissen und den innovativen Techniken aus der heutigen Zeit, gilt es das Umdenken in der Baubranche weiter voranzutreiben.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, herauszufinden, inwieweit die Kombination von Holz und Lehm bereits in der Bauwirtschaft in Österreich verankert ist und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um diese Kombination weiter voranzutreiben. Die Forschungsfragen lauten: Wie wirkt sich der Einsatz von Lehm auf den Holzbau aus? Welche sinnvollen Möglichkeiten gibt es, Holz und Lehm zu kombinieren? Was benötigt es, um diese Kombination zu fördern?

Thousands of years old building materials such as wood, straw and clay have largely been replaced by bricks, concrete, and steel since industrialization. Wood-clay construction methods have a long history in Europe and the knowledge of this ideal combination is more important than ever in light of the challenges posed by climate change. The construction industry is under significant pressure and a shift in thinking and action must happen as quickly as possible. The use of ecological building materials, construction waste and energy reduction during the construction process, the creation of healthy and livable interiors, and a high degree of prefabrication are already top priorities. Vernacular construction methods were already able to react to external climatic influences with simple yet effective solutions. With the historical knowledge and with today's innovative techniques, the necessary transformation in the construction industry must be further advanced.

The aim of this master's thesis is to determine to what extent the combination of wood and clay is already established in the Austrian construction industry and what measures need to be taken to further promote this combination. The research questions are: What effect does the use of clay have on timber construction? How does the use of clay impact timber construction? What are possible ways to combine wood and clay? And what measures can help accelerate the use of this combination?

Abstract

Methodik

Diese Arbeit ist Teil des Forschungsprojekts „Erdbebung“ der IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, sowie in enger Zusammenarbeit mit dem Netzwerk Lehm, dem Fachverband zur Förderung des Lehmbaus in Österreich. Neben der Literaturrecherche sind vor allem empirische Methoden in Form von qualitativen Interviews mit Zimmereibetrieben, Holzbaufirmen und Expert:innen der Holz-Lehm-Branche aus ganz Österreich geführt worden. Insgesamt wurden 45 Personen bzw. Betriebe per E-Mail kontaktiert und für ein Interview angefragt, wovon sich 13 Personen für ein Interview zur Verfügung gestellt haben. Sechs Interviews wurden telefonisch geführt, ein Gespräch fand über ZOOM statt und ein weiteres per E-Mail. Sechs Interviews wurden persönlich geführt, davon vier innerhalb Wiens, eines in der Steiermark und eines in Niederösterreich. Es wurden gleichermaßen Holzbaufirmen kontaktiert, die laut ihrer Website bereits mit Lehm gearbeitet haben, als auch solche, die ihrem öffentlichen Auftritt zufolge noch keinerlei Erfahrungen mit dem Baustoff Lehm gemacht haben. Auffällig war hierbei, dass bis auf ein Interviewpartner, alle Gesprächspartner:innen bereits mit Lehm gearbeitet haben und sehr offen gegenüber dieser Thematik sind. Genannte Gründe der Absagen lauteten, dass sie Hersteller und nicht Verarbeiter seien oder dass sie nur Elemente für den Rohbau und keine Elemente mit fertiger Dämmung, Fassade, Installation usw. produzieren. Weitere Gründe für die geringe Rückmeldung könnten sein, dass die Betriebe eine stabile Auftragslage und wenig Zeit für ein Interview haben oder ihre Einsatzgebiete nicht erweitern möchten. Außerdem sind noch immer negative Vorurteile gegenüber dem Baustoff Lehm in der Gesellschaft verankert, in denen das Bauen mit Lehm mit einfachen Lehmhütten, alten Bauernhäusern, oder als Randerscheinung für Naturliebhaber assoziiert und nicht als moderner, ernstzunehmender Baustoff gesehen wird.

Es wurden über mehrere Monate hinweg, gezielt Interviewpartner:innen aus unterschiedlichen Bereichen ausgewählt, um möglichst viele Perspektiven zu erfassen. Die Interviewpartner:innen bestehen aus Fachleuten aus dem Handwerk, vom Zimmererhandwerk, Installationsgewerbe, bis hin zum Bauwesen. Für die planerische Sicht wurden Architekt:innen befragt, außerdem wurde ein Vertriebsleiter von Lehmbaustoffen und mehrere Expert:innen aus der Forschung und Entwicklung interviewt. Zur Strukturierung der Gespräche wurden vorab zwei Interviewleitfäden erstellt, einerseits für ausführende Firmen, wie Zimmereibetriebe und Holzbaufirmen und ein weiterer Fragebogen für Expert:innen, der jeweils im Vorfeld des Gesprächs individuell an das Arbeitsfeld des Interviewenden angepasst wurde (siehe Anhang, S.192-196). Es ist wünschenswert, das Feld der Interviewpartner:innen in weiterer Folge noch mehr um diejenigen zu erweitern, die noch keine Erfahrung mit dem Baustoff Lehm gesammelt haben. Dadurch könnten auch die Ergebnisse, die hier in der Diplomarbeit erarbeitet wurden, eine andere Richtung nehmen. Es sei zudem angemerkt, dass zahlreiche, weitere Lehmbau Expert:innen in Österreich vorzufinden sind, die im Zuge dieser Arbeit nicht befragt wurden, aber einen wichtigen Beitrag in den laufenden, positiven Entwicklungen zur Etablierung der Holz-Lehmbauweise leisten. Die Inhalte der 13 geführten Interviews wurden selbstständig in Themenblöcke strukturiert und analysiert, wobei sich an der Herangehensweise einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring orientiert wurde.

Kapitel

1 HISTORISCHE HOLZ-LEHMBAUWEISEN IN EUROPA

2 GEGENWÄRTIGER EINSATZ VON LEHM IN ÖSTERREICH

3 ÜBERSICHT MODERNER HOLZBAUWEISEN

4 NATÜRLICHE VS. KONVENTIONELLE BAUWEISEN

5 DIE ANALYSE LAUT FORSCHUNGSFRAGEN

6 CONCLUSIO

7 ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN UND EMPFEHLUNGEN

8 BIBLIOGRAPHIE UND ANHANG

8

7

6

5

4

3

2

1

Kapitel

1

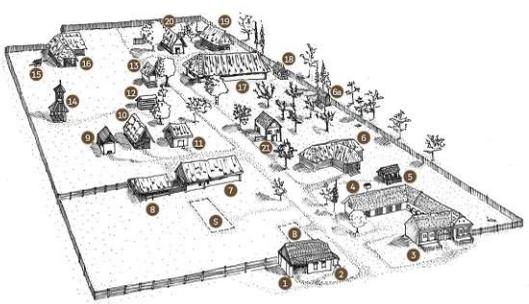
HISTORISCHE HOLZ-LEHMBAUWEISEN IN EUROPA

Holzblockbauten in Österreich	12
Vom Pfostenhaus zum Ständerhaus, bis hin zum Fachwerkhaus	16
Fachwerk in Mitteleuropa	18
Niedergang des Fachwerkbaus	23
Fachwerksanierung in der Moderne	25

Holzblockbauten in Österreich

In Österreich befinden sich bis heute zahlreiche, historische Lehmmassivbauten aus dem 19. Jahrhundert in den holzarmen Gebiete im nördlichen Niederösterreich. Im waldreichen, südlichen Burgenland, dominierten vor allem Leichtlehmbauten, wie lehmverfugte Holzblockbauten. Diese Bauweise geht auf eine lange Tradition zurück, die in Mitteleuropa, besonders in waldreichen Gebieten, verbreitet war. Die Blockbauten bestehen aus horizontal aufeinander geschichteten Baumstämmen, die an den Ecken ineinander verzahnt werden. Die Balken wurden mit einer Lehmschicht von bis zu 6 cm Dicke überzogen, welche einen hohen Strohanteil enthielt. Diese Schicht schützte das Holz einerseits vor Witterungseinflüssen, fungierte andererseits als dämmende Schicht und zusätzlicher Brandschutz. Diese Technik ist besonders langlebig und anpassungsfähig an lokale klimatische Bedingungen und wurde oft für Bauernhäuser, Scheunen oder Wirtschaftsgebäude genutzt.¹ Die ländliche, historische Baukultur ist in vielen Regionen durch die rasanten technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen des 20. Jahrhunderts nahezu vollständig verschwunden. Geschichtliche Zeugnisse der bäuerlichen Bevölkerung vor diesem Umbruch sind in Freilichtmuseen, wie dem in Bad Tatzmannsdorf oder in Gerersdorf bei Güssing, im Burgenland, bewahrt worden. Das Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf zeigt eine Sammlung charakteristischer, historischer Gebäude aus dem Südburgenland, die aus dem späten 18. bis zum frühen 20. Jahrhundert stammen. Mit einer breiten Auswahl an Bauwerken, darunter Bauernhäuser, Vorratsspeicher wie Schüttboden und Kittinge, Kreuzstadel, Heustadel und Fruchtstadel, Kellerstöckl uvm., bietet die Anlage umfassende Einblicke in das bäuerliche Leben der Region bis ins 20. Jahrhundert.²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



- | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1 Schmiede | 16 Tschardake | 19 Bienenhaus | 26 Schweinestall |
| 2 Notstand | 17 Bauernhaus | 20 Radbrunnen | 27 Heustadel |
| 3 Arkadenhof | 18 Schweinestall | 21 Glockenturm | 28 Kitting |
| 4 Taubenschlag | 19 Darre | 22 Göpel | 29 Kellerstöckel |
| 5 Schweinestall | 20 Schüttboden | 23 Fruchtstadel | 30 Bauernladen |
| 6 Kreuzstadel | 21 Kitting | 24 Bauernhaus | 31 Stall |

Abb.01: Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf



Abb.02: Holzblockwand eines „Kitting“ Speicherbaus mit Holzkeilen als Putzgrund



Abb.03: Kitting Oberwart 1820 (11)



Abb.04: Kitting Unterschützen 1794 (20)

Das erste Objekt des Freilichtmuseums war der Oberwarter Kitting von 1820, ein für diese Region typischer Speicherbau, dessen Holzkonstruktion mit Lehm „gekittet“, also verputzt wurde. Das Gebäude ist ein zweigeschossiger Bau, mit einer Innenfläche von etwa 14,5 m². Das Obergeschoss wird, wie bei Kittingen üblich, über eine Innenstiege erreicht. Kleine Lüftungsöffnungen befinden sich im Erdgeschoss, beidseitig der Eingangstür, sowie im Obergeschoss an den Giebelseiten. Die breite Traufenbereiche bieten Schutz vor Schlagregen und beschatten die Wände, um eine zusätzliche Erwärmung der Innenräume durch Sonneneinstrahlung in den heißen Sommermonaten zu verhindern. Wie die meisten Gebäude im Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, ist auch dieser Bau als überkämmt Blockbau errichtet. Die Außenwände und das Dach sind mit einem Strohlehmgemisch überzogen, welches als Brandschutz dient und eine zusätzliche Wärmedämmung schafft. Diese Konstruktion sorgt für eine ganzjährig geeignete Temperatur zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln. Die Geschossdecke besteht aus einem Boden aus Brettern mit Lehmschlag und wird von drei Balken getragen, die durch einen Querbalken zusätzlich abgestützt werden.³ Das Strohdach, typisch für viele historische ländliche Bauten, liegt locker auf und lässt sich bei Brandgefahr schnell abwerfen, um die wertvollen Vorräte im Inneren zu schützen.⁴ Da Stroh von Natur aus leicht brennbar ist, schützte man die darunterliegende Decke des Gebäudes vor Hitze, indem mehrere Lehmschichten von bis zu 6 cm Dicke aufgebracht wurden.⁵ So wurde im Brandfall zwar die Dachkonstruktion zerstört, jedoch blieben die Bausubstanz des Hauses und die darin gelagerten Güter größtenteils erhalten. Ursprünglich wurde er als freistehendes Gebäude in Blockbauweise errichtet und mit einem Spitztonnengewölbe aus Ziegeln gebaut. Ab 1840 wurde der Kitting zunehmend in den Hausverband integriert und dabei oft in Ziegelbauweise ausgeführt.⁶



Abb.05: Nachbau eines Fruchtstadels, Zuberbach 1829 (16)

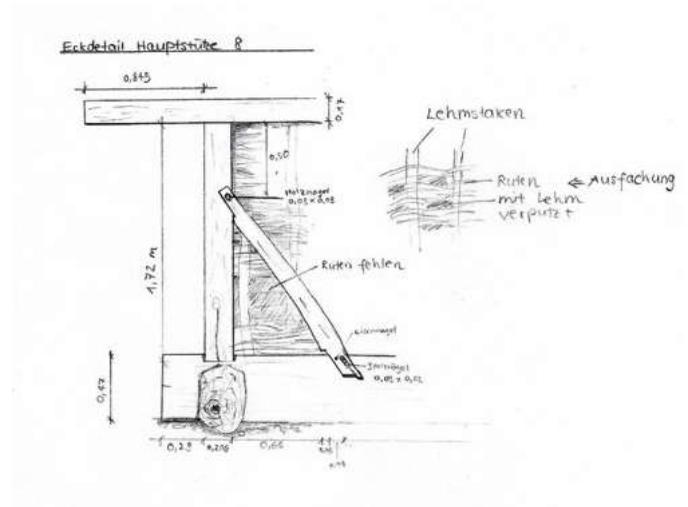


Abb.06: Bauaufnahme Fruchtstadel, 2019 (eigene Darstellung)

Der hakenförmige Fruchtstadel ist ein Nachbau aus Zuberbach von 1829 und wurde genutzt, um die Ernte bis zum Dreschen zu lagern, das Dreschen selbst fand in der Tenne statt, während das Stroh im „Holba“, dem Lagerraum, untergebracht wurde. Kräftige Hauptstützen bilden das Rahmengerüst, schwächere Stützen liegen dazwischen und die Zwischenräume sind dicht mit Lehmstaken und Ruten ausgefacht. Im Bereich des Tores sind die Wände mit Lehm verputzt, während die übrigen Wände unverputzt blieben, um eine bessere Belüftung zu gewährleisten.⁷ Die Rahmenblockkonstruktion des Fruchtstadels ist holzsparender, als der traditionelle Holzblockbau. Dabei sind die Eckständer, sowie die zwischenliegenden Holzständer, auf Schwellenbalken montiert, die das Rähm und das darauf liegende Dach tragen. Erst im Zuge der Versetzung in das Museum erhielt der Fruchtstadel aus Zuberbach ein Betonstreifenfundament, auf dem die originalen Balken mit einer Länge von bis zu 11 Metern ruhen. Der Dachstuhl ist als Scherenjochdach, im Südburgenland auch „Sperrhaxendach“ genannt, in der regional typischen Bauweise konstruiert. Die tragenden Sperrhaxen bestehen aus massiven Hölzern und tragen im Kreuzungspunkt den Firstbalken, an dem die Rundhölzer, die sogenannten Rofen, mit Holznägeln befestigt sind. Auf diesen Rofen sind die Dachlatten genagelt, die das Strohdach tragen. Die große Spannweite der Dachkonstruktion machte eine zusätzliche Aussteifung mit Bundträmen erforderlich. Die Dachdeckung folgt der traditionellen Methode des südburgenländischen Schaubendachs, bei dem einzelne Bündel Roggenstroh mit den Ähren nach unten an die Dachlatten gebunden werden.⁸ Dachstroh war ein kostengünstiges Baumaterial, da es auf bäuerlichen Höfen stets verfügbar war. Verwendet wurde ausschließlich Roggenstroh. Bei regelmäßiger Wartung konnte das Strohdach eine Lebensdauer von 30 bis 40 Jahren erreichen. Bis etwa 1900 führten die Bauern das Decken und Ausbessern des Daches selbst durch. Der Transport der Baumaterialien spielte auch damals eine große Rolle in der Materialwahl, so wäre der Einsatz von Schilf zur Dach-

deckung zwar haltbarer gewesen, jedoch nicht im Umkreis von 30 bis 50 km vorzufinden und damals schwer zu transportieren gewesen. Bis in den Anfang des 20. Jahrhunderts wurde Stroh als übliches Material zur Dachdeckung in den Dörfern des Südburgenlandes eingesetzt und erst nach dem Zweiten Weltkrieg begann sich dann das Ziegeldach allmählich in den Dörfern durchzusetzen.⁹ Durch das Aussterben solcher Bautypen, muss das Stroh heutzutage zur Erhaltung der translozierten Gebäude kostspielig importiert werden. Ein weiteres beeindruckendes Bauwerk befindet sich im **Freilichtmuseum Gersersdorf bei Güssing**, im Südburgenland. Hier steht einer der ältesten noch erhaltenen Blockbauten aus der Stadt Güssing. Das Gebäude wurde 1728 errichtet, 1989 abgetragen und wieder aufgebaut. Das Gebäude wurde in Mischbauweise, als Kombination aus einem typischen, gezimmerten Blockbau und als Ziegelbau ausgeführt. Die Räume sind in einem L-förmigen Grundriss angeordnet und die Giebelwand wurde mit Holz verkleidet.¹⁰ Die beiden Fenster an der Giebelseite entsprechen in ihrer Konstruktion und Größe nicht den ursprünglichen Fenstern und wurden vermutlich anfang des 20. Jahrhunderts, durch größere Holzrahmenfenster, ersetzt. Zuvor befanden sich dort schätzungsweise nur kleine Rauchluken, die beim gezimmerten Blockbau als Aussparungen zwischen zwei Balken platziert wurden.¹¹ Die restliche Fassade ist mit Lehm verputzt und anschließend mit Kalkfarbe gestrichen. Die Kalkfarbe ist wie Lehm diffusionsoffen und kann die Feuchtigkeit aus dem Untergrund aufnehmen und wieder abgeben. Aufgrund der hohen Alkalität von Kalk, wirkt die Kalkfarbe natürlich fungizid, hat eine konservierende Wirkung und beugt Schimmelbildung und Pilzbefall vor.¹² Gegen Ende des 19. Jahrhunderts kamen im Südburgenland die ersten gebrannten Dachziegel auf und 1910 ersetzte man das ursprünglich strohgedeckte Dach durch eine Ziegeldeckung. Da die Ziegel nicht vor Ort selbst hergestellt und gebrannt werden konnten, mussten sie zugekauft werden, wodurch sie teurer waren als Strohdächer. Dennoch setzte sich das Ziegeldach allmählich durch, da es gegenüber der Strohdächer den Vorteil einer geringeren Brandgefahr bot.¹³



Abb.07: Wohnhaus Güssing Giebelseite



Abb.08: Wohnhaus Güssing

Vom Pfostenhaus zum Ständerhaus,

Die kombinierte Bauweise aus Holz und Lehm ist seit Jahrtausenden in unterschiedlichen Ausführungen und Stilen in Europa weit verbreitet und gilt als ein wichtiger Bestandteil des kulturellen Erbes. Der historische Holzlehmbau entwickelte sich über Jahrhunderte hinweg, stark geprägt von regionalen Gegebenheiten, wie den klimatischen Bedingungen und den verfügbaren Baumaterialien. Die Bewohner:innen mussten vor hohen Niederschlägen und kalten Wintern geschützt werden, Holz und Lehm war hierfür in den meisten Regionen reichlich vorhanden.

Ca. 4.000 v. u. Z. bauten mitteleuropäische Waldbauer:innen simple Pfostenbauten, mit einem dünnen Flechtwerk aus Zweigen und einem Strohlehmewurf. Die grundlegende Stabilität und Dämmung war dadurch gegeben, jedoch waren die Gebäude anfällig für Witterungseinflüsse, wodurch sie nicht sehr langlebig waren. Um 100 u. Z. wurden laut dem römischen Schriftsteller Tacitus ähnliche Häuser in Deutschland gebaut, bei denen die Zwischenräume der tragenden Konstruktion mit einem Geflecht aus Weidenruten gefüllt und mit einer Strohlehmischung ummantelt wurden.¹⁴ Die Lebensdauer von Pfostenbauten beschränkte sich auf 20 bis 30 Jahre, da die Pfosten, die in den Boden eingegraben wurden, ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt waren und ein Austausch dieser, ohne Beeinträchtigung der gesamten Konstruktion, nicht möglich war.¹⁵ Die weitere Entwicklung vom einfachen Pfostenhaus, bis hin zum Fachwerkbau war ein allmählicher Prozess, der durch technische In-

novationen und die Verfügbarkeit von regionalen Baumaterialien beeinflusst wurde.

Zur Verbesserung der Stabilität entwickelte sich aus der einfachen Pfostenbauweise, die Ständerbauweise, bei der die vertikalen Holzpfosten nicht mehr in den Baugrund eingegraben, sondern auf ein Steinfundament gestellt wurden. Dadurch konnte die Fäulnisgefahr, durch die Feuchtigkeit des Bodens, verhindert werden. Ohne die Einspannwirkung der Holzpfosten im Untergrund, mussten die Wände nun jedoch als in sich tragende Elemente ausgeführt werden. Längs- und Querwand, Decke und Dach bilden konstruktive Scheiben.¹⁶ Die Höhe der Konstruktion und die Länge der tragenden Holzständer waren durch die maximale Länge der vorhandenen Baumstämmen begrenzt. In regelmäßigen Abständen angeordnete Holzständer bilden die Außenwände und erstrecken sich von der Schwelle bis zum Dach¹⁷, Auskreuzungen und diagonale Verstrebungen wurden zur Aussteifung eingesetzt. Die Zwischenräume wurden weiterhin mit einem Geflecht aus Holzstaken, Zweigen und Strohlehm gefüllt.¹⁸ In holzarmen Gebieten entwickelten sich hingegen die Flechtwerk-wände mit Strohlehmewurf in massive, tragende Lehmkonstruktionen, wie die Wellerlehmbauweise, oder auch die Stampflehmbauweise, die durch ihre großen Speichermassen ebenfalls im Winter vor Kälte schützen.¹⁹ Nach der Ständerbauweise markiert der Fachwerkbau eine bautechnische Revolution und begann sich in Mitteleuropa stark zu entwickeln. Ab dem 12.-13. Jh. nahm die Verstädterung mit der wachsenden Bevölkerung zu, Bau-

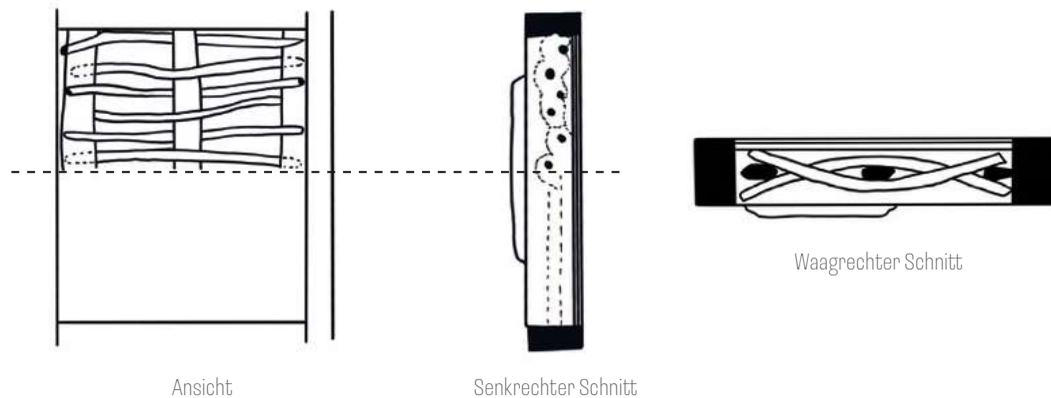


Abb.09: Fachwerkhause aus dem Jahr 1289 Flechtwerk mit Strohlehmischung

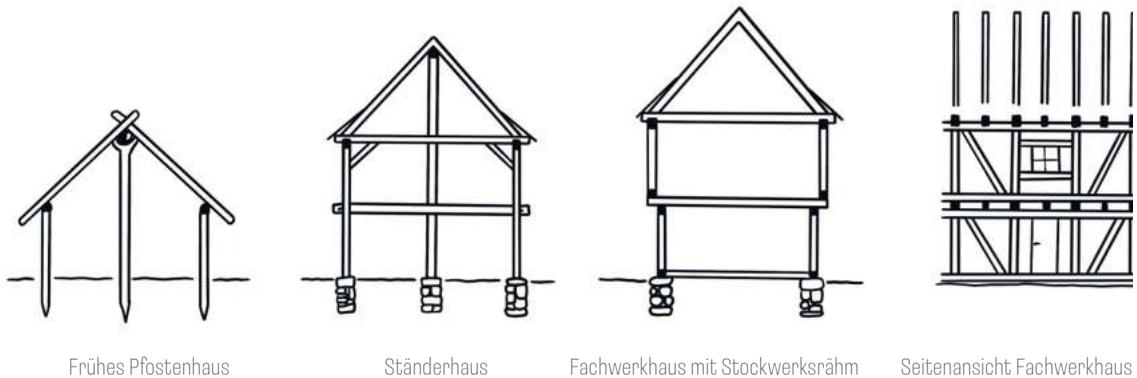


Abb.10: Die Entwicklung zur Fachwerkbauweise

plätze wurden knapper und das Bauen von mehrgeschossigen Gebäuden wurde immer notwendiger. Der Fachwerkbau erreicht durch Ständer und Pfosten entsprechend mehr Stockwerkhöhe und eine höhere Stabilität in der Konstruktion, durch horizontale Balken, die miteinander verbunden werden. Die Höhe des Gebäudes ist dadurch nicht wie in der Ständerbauweise, auf die Länge der Baumstämme reduziert und ermöglicht den Bau höherer Gebäude.²⁰ Die Schwelle, als unterer horizontaler Träger und der Rähm, als oberer Träger, bilden zusammen mit den Ständern konstruktive Wandscheiben. Die Deckenbalken liegen abschließend auf dem Rähm auf, während diagonale Streben weiterhin zur Aussteifung eingesetzt werden.²¹ Zwischen den Ständern befinden sich Eichenstaken, die mit Weidenruten umflochten und in den meisten Fällen mit einer nichttragenden, raumabschließenden Strohlehmischung gefüllt werden. Mit der Zeit entwickelten sich in Europa zahlreiche, weitere Ausfachungstechniken.²²

bis hin zum Fachwerkhause

Fachwerk in Mitteleuropa

Mit wachsendem Wohlstand im Hochmittelalter erfreute sich der Fachwerkbau, insbesondere in Städten und Handelszentren, immer mehr Beliebtheit. Die Arbeitsweise der Zimmerleute änderte sich wesentlich, da die zahlreichen Holzverbindungen eine Vorfertigung der einzelnen Bauteile notwendig machten. Dafür reichten einige wenige fachkundige Handwerker:innen aus, um die präzise Vorausplanung und Fertigung durchzuführen. Im Anschluss konnte der Aufbau des Gebäudes zügig und kostengünstig, mit der Entlohnung von Naturalien, mit vielen Hilfsarbeitern ausgeführt werden. Der heutige Zimmerer Beruf, etablierte sich somit durch das Aufkommen des Fachwerkbaus. An der Fassade lässt sich die Konstruktion meist eindeutig erkennen und es entwickelten sich regionale Unterschiede, von einfachen, funktionalen Konstruktionen, bis hin zu reichen Verzierungen.²³ Im 16. Jahrhundert erlebte der Fachwerkbau vor allem in Deutschland, Frankreich und der Schweiz seine Blütezeit. Die Konstruktionen wurden zunehmend dekorativer, mit Schnitzereien und reichen Verzierungen. In den Städten entstehen repräsentative Wohn- und Geschäftshäuser, Burgen, Schlösser, Kirchen und Klöster, sogar Brücken und Windmühlen wurden im Holzfachwerk erbaut. Auf dem Land blieb das Fachwerk die bevorzugte Bauweise für Bauernhäuser und Scheunen.²⁴ Viele Fachwerkhäuser sind heute noch in historischen Stadtzentren und Dörfern vorzufinden und stehen meist unter Denkmalschutz. Die Zwischenräume wurden traditionell meist mit Lehm und Stroh ausgefacht, in manchen Regionen wurden auch Ziegel zur Ausfachung verwendet. Die Fachwerkhäuser tragen bis heute zur kulturellen und historischen Identität der Region bei und sollten im Sinne des Denkmalschutzes mit traditionellen, natürlichen Baumaterialien saniert und erhalten bleiben.²⁵

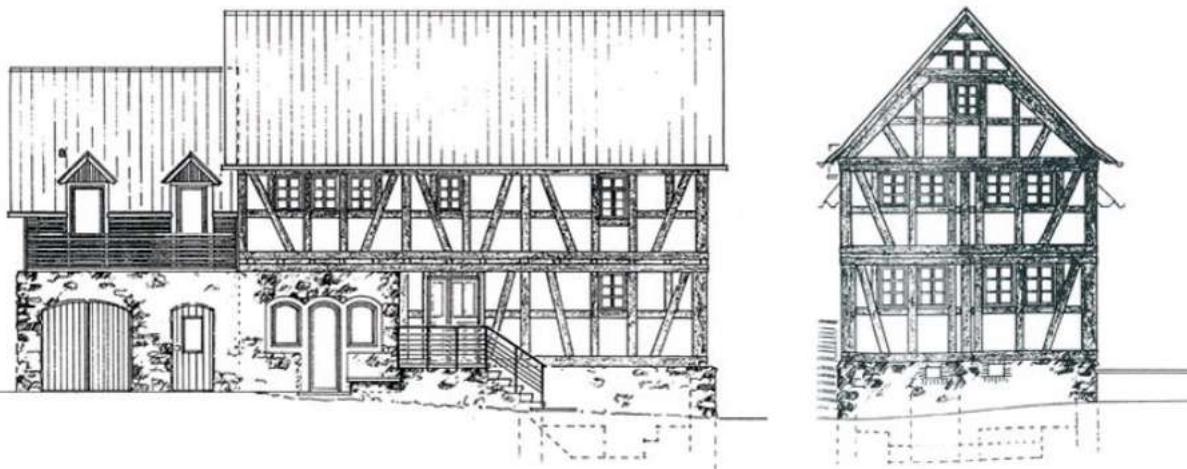
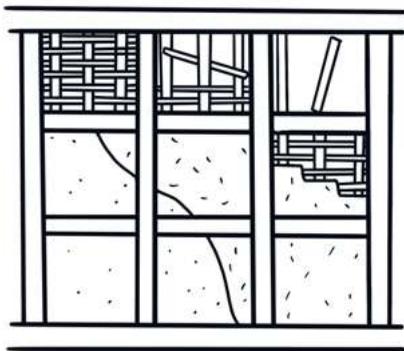
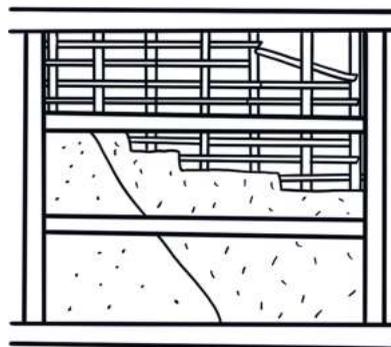


Abb.11: Geschlossene Hofreite aus 1800, Hessen

Im europäischen Fachwerkbau gibt es verschiedene Ausfachungsarten, bei denen Holz und Lehm als wesentliche Materialien für die Füllung der Gefache verwendet werden und deren Technik, je nach Region, variiert. Zu den gängigen Ausfachungsarten im europäischen Fachwerkbau zählen das Geflecht mit Lehmewurf, der Stakbau und die Ausfachung mit ungebrannten Lehmsteinen oder gebrannten Lehmziegeln, sowie das Vermauern von Lese- oder Feldsteinen in Kombination mit Lehm.²⁶ Ein Lehmgefach erfüllt mehrere wesentliche Funktionen im Kontext des Gebäudeschutzes und des Raumklimas. Es dient als Abschluss des Gebäudes und stellt eine Barriere gegen äußere Witterungseinflüsse dar. Jedes Baumaterial besitzt eine spezifische Gleichgewichtsfeuchte, da diese bei Lehm besonders niedrig ist, wird dem Holz kontinuierlich Feuchtigkeit entzogen und entfaltet dadurch eine konservierende Wirkung. Dadurch bleibt die Holzkonstruktion langfristig trocken und wird vor tierischen und pflanzlichen Schädlingen geschützt, die andernfalls das Holz zersetzen könnten. Darüber hinaus übernimmt die Ausfachung wichtige Aufgaben im Bereich des Wärmeschutzes, indem sie dazu beiträgt, die Wärme im Innenraum zu speichern und Temperaturschwankungen zu reduzieren. In diesem Zusammenhang trägt sie auch maßgeblich zur Regulierung des Raumklimas bei, indem sie die Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann und so ein angenehmes Wohnklima schafft. Optisch prägt die Ausfachung zudem das Erscheinungsbild des Gebäudes und ist ein bedeutendes Gestaltungselement im Fachwerkbau. Die Ausfachung erfüllt keine tragenden oder statischen Funktionen, sondern dient primär der funktionalen und ästhetischen Ergänzung des Fachwerks.²⁷ Beim **Geflecht mit Bewurf** werden die Gefache, bestehend aus Ständern und Riegeln, mit einem Geflecht aus Staken und Weidenruten versehen, das anschließend mit einer Schicht aus Strohlehm oder Häcksellehm überzogen wird.²⁸



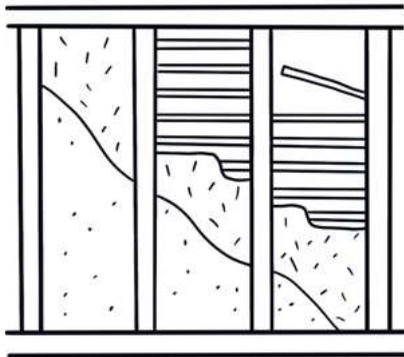
Flechtwerk



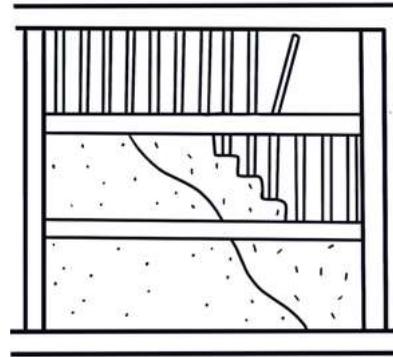
Durchgehendes Flechtwerk

Abb.12: Ausfachungen mit Lehmewurf

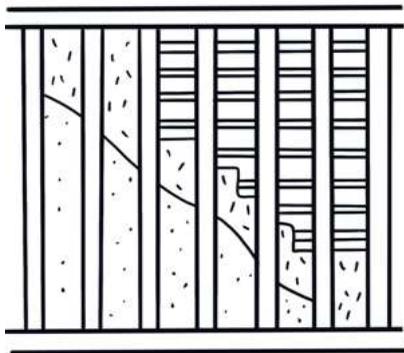
Beim **Stakbau** werden waagerechte Staken in Nuten, zwischen den senkrechten Ständern, eingefügt. Sobald das Holzskelett und die Decken vollständig mit Staken versehen sind, werden diese entweder direkt vor Ort mit Strohlehm umwickelt oder die Staken werden abschnittsweise wieder entfernt, mit Strohlehm ummantelt und danach erneut eingesetzt. Abschließend werden die Oberflächen mit Häcksellehm geglättet oder verputzt. In Süddeutschland ist zudem eine senkrechte Stakung verbreitet, die aus horizontalen Riegeln besteht und ebenfalls ohne ein Flechtwerk ausgeführt wird. Dabei wird dem Lehm so viel Stroh beigemischt, dass die Masse die Zwischenräume formstabil ausfüllen kann. In der Normandie findet man Ausfachungen aus Lattenspalieren, auf die der Strohlehm sattelartig aufgetragen und verstrichen wird. Bei den bisher gezeigten Ausfachungsarten werden dem Lehm Strohhäcksel oder geschnittenes Langstroh beigement, um einer Rissbildung und dem Auswaschen entgegenzuwirken. Dadurch erhöht sich außerdem die wärmedämmende Wirkung des Strohlehms.²⁹



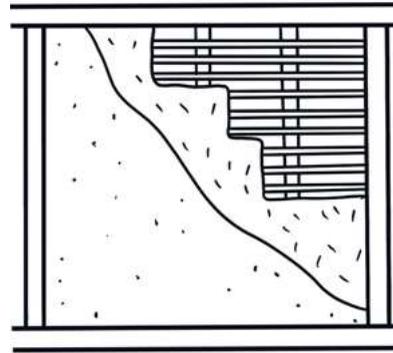
Waagrechte Stakung



Senkrechte Stakung



Enges Fachwerk, Stakung



Weites Fachwerk, Lattung

Abb.13: Ausfachungen mit Strohlehm

Das Ausmauern der Gefache mit **Lehmsteinen** und Lehmmauermörtel ist handwerklich wesentlich einfacher auszuführen, als der Stakenbau oder das Flechtwerk mit Lehmbewurf aus Strohlehm. Die Gefache sind in sich sehr stabil und haben ebenfalls eine gute wärmedämmende Wirkung. Beim Vermauern von Lehmsteinen können zwischen dem Holz und dem Lehmsteinmauerwerk Schwindfugen entstehen, die in der Regel auf das Quellen und Schwinden des Holzes oder des Lehmmauermörtels zurückzuführen sind, nicht auf die Lehmsteine selbst. Lehmausfachungen, die direktem Regen ausgesetzt sind, sollten mit einem Kalkmörtelputz geschützt werden.³⁰ Im Laufe der Zeit wurden immer häufiger **gebrannte Ziegelsteine** für die Ausfachung verwendet, da man fälschlicherweise von einer höheren Stabilität und Langlebigkeit ausging. Bei einem Mauerwerk aus künstlichen Steinen, insbesondere in Verbindung mit hartem Mörtel, kann sich jedoch leicht ein Spalt bilden, in dem Wasser länger eingeschlossen bleibt und nach unten in die Zapflöcher abgeleitet wird. Da die Gefache nicht bündig am Holz anschließen, führt die Abweichung von traditionellen Materialien dazu, dass die Fachwerkkonstruktion als Ganzes nicht mehr wie gewohnt funktioniert.³¹ Zum Abschluss des Kapitels wird deshalb noch einmal genauer auf die fachgerechte Sanierung von Holzfachwerken eingegangen.



Abb.14: Verschiedene Ausfachungstechniken

Eine weitere traditionelle Bauweise im Fachwerkbau sind Holzbalkendecken in Kombination mit Strohlehm, für einen natürlichen Schall-, Wärme- und Feuchteschutz. Traditionell diente eine Holzbalkenkonstruktion, als tragende Decke, auf die der Lehm anschließend aufgetragen oder zwischen die Balken gefüllt wurde. Die im Weinviertel als „Loamstecka“ bekannten Bauteile sind Rundhölzer, oder kräftige Latten, die mit Strohlehm umwickelt und zwischen die Deckenbalken geschoben wurden.³² Stakendecken werden heute meist nur noch bei der Sanierung von Fachwerkhäusern angewendet.³³

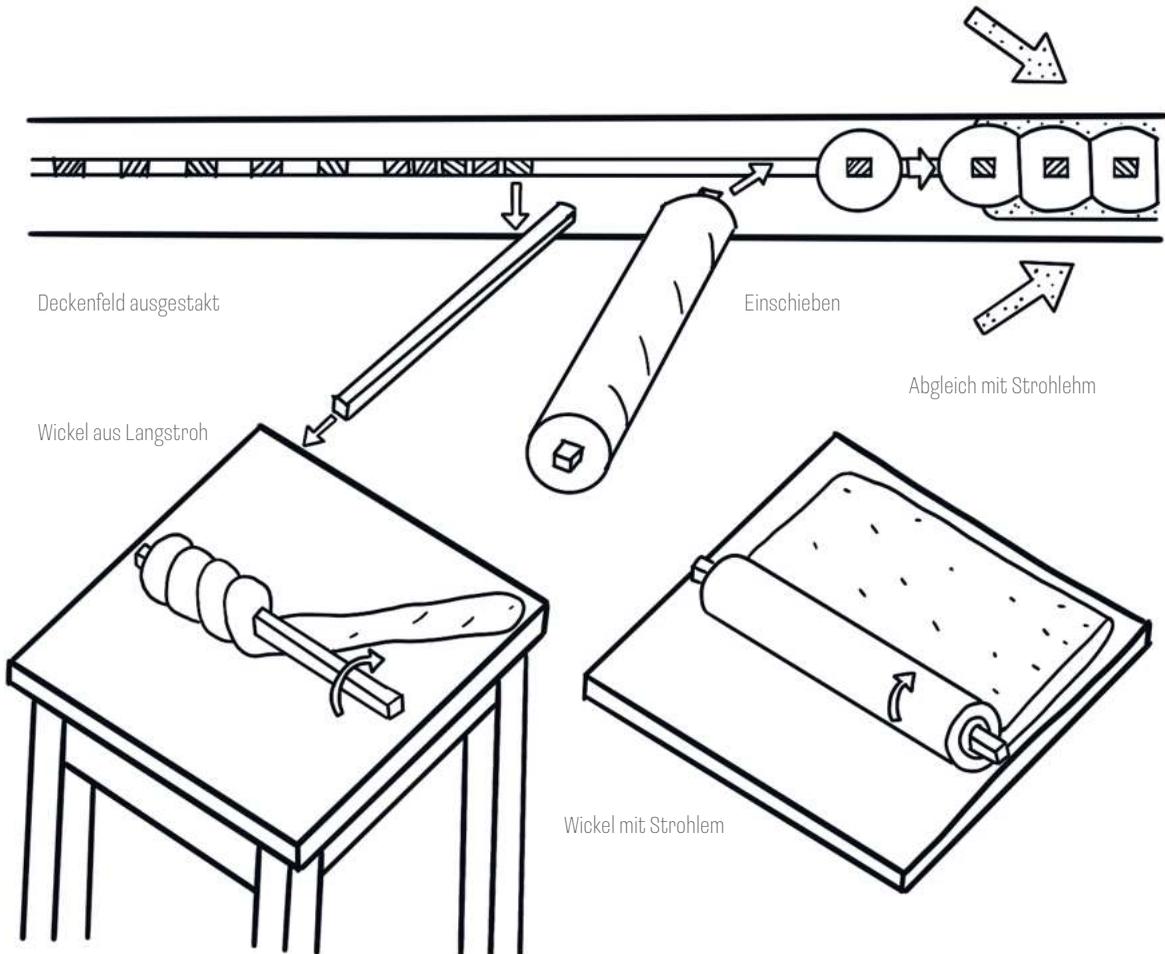
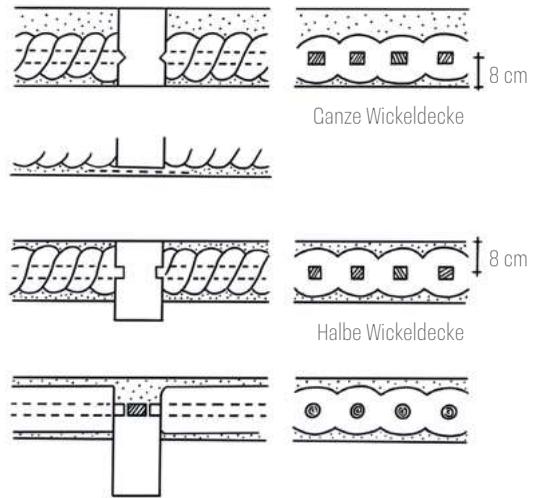


Abb.15: Wickeldecken, Herstellung und Einschub der Lehmwickel

Niedergang des Fachwerkbaus

Der Fachwerkbau wird in Europa bis zum Ende des 19. Jahrhunderts für fast alle Bauaufgaben verwendet, bis er zunehmend von Massivbauweisen aus Stein, Ziegel oder Lehm verdrängt wird. Ein großer Nachteil der Fachwerkbauweise ist der große Holzverbrauch, zusätzlich bedingt durch überdimensionierte Holzquerschnitte. Die starke Abholzung von Waldflächen in weiten Teilen Europas, führte zu einer stark zunehmenden Holzknappheit. Hinzu kam, dass dicht bebaute Viertel, aufgrund der geringen Feuer-sicherheit des Holzfachwerks, durch großflächige Stadtbrände zerstört wurden und das Bedürfnis nach Sicherheit und beständigeren Baustoffen immer größer wurde. Zur Ziegelherstellung wurde jedoch ebenfalls viel Holz benötigt, Häuser aus Stein hatten den Ruf kalt und teuer zu sein, wodurch massive Lehmbauten für eine kurze Zeit Ende des 18. Jahrhunderts, wegen ihrer Feuerbeständigkeit, bevorzugt gebaut wurden.³⁴

Industrialisierung

Durch die Industrialisierung Mitte des 19. Jahrhunderts ist der Lehm- und Fachwerkbau endgültig in den Hintergrund getreten, da sie den technischen Anforderungen neuer Bauaufgaben nicht mehr gerecht werden konnten. Neue Transportwege eröffneten den Zugang zu ausreichend Stein- und Braunkohle für moderne Brennöfen und die spätere Umstellung auf Gas- und Ölfeuerung, trieb die Industrialisierung der Ziegelproduktion weiter voran. Durch die industrielle Herstellung von gebrannten Ziegeln nahm der Einsatz von Lehm als traditioneller Baustoff stark ab.³⁵ Traditionelle Holzbauten wurden vor allem in städtischen Gebieten immer mehr durch Mauerwerksbauten ersetzt. Holz war noch zu Beginn der Industrialisierung weiterhin das einzige, stabförmige Material, das in großen Mengen verfügbar war, weshalb Decken-, Dach- und Treppenkonstruktionen weiterhin fast ausschließlich aus Holz gebaut wurden. Mehrgeschossigkeit, Massenwohnungsbau und große Spannweiten verlangten nach grundlegenden Veränderungen in der Bauindustrie, hin zu Baustoffen mit einer größeren Festigkeit und verhältnismäßig geringeren Querschnitten der Bauteile. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Stahl und Beton als Massenprodukte, wurde schließlich bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts das Bauen mit Holz in Mitteleuropa weitgehend aus dem Materialkanon für tragende Konstruktionen moderner Gebäude verdrängt.³⁶



Abb.16: Lehmgewinnung durch Förderbagger , Wienerberg, 1913



Abb.17: Schlagerin und Schlagtisch mit Lehmhaufen, Wienerberg, 1913

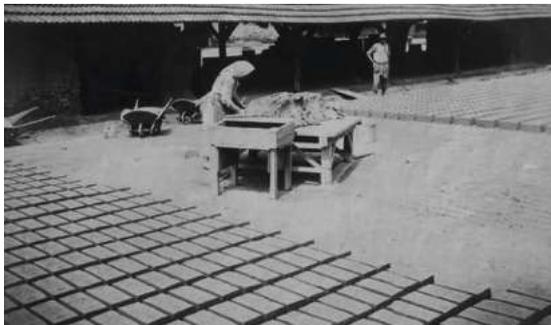


Abb.18: Frisch ausgeschlagene liegende Ziegel, Wienerberg, 1913



Abb.19: Gestempelte Ziegel aus verschiedenen Fabriken

„(Die Krise) wird schlimmer werden, und sie wird zur Katastrophe führen, wenn wir nicht eine neue Lebensweise entwickeln, die mit den wirklichen Bedürfnissen der Menschennatur vereinbar ist, mit der Gesundheit der lebenden Natur um uns herum und mit Rohstoffvorräten der Welt.“³⁷ E.F.Schumacher, 1977

Fachwerksanierung in der Moderne

Im 20. Jahrhundert erfuhr der Fachwerkbau durch den wachsenden Denkmalschutz eine Renaissance. Viele historische Fachwerkhäuser wurden restauriert und gelten heute als bedeutende Kulturgüter. Durch zeitgemäße Interpretationen des Fachwerkbaus, bei denen traditionelle Bauweisen mit modernen Materialien und Anforderungen kombiniert werden, bleibt der Fachwerkbau bis heute ein lebendiger Teil der mitteleuropäischen Architekturgeschichte und spiegelt die kulturelle, sowie technische Entwicklung der Region wider. Viele historische Fachwerkhäuser, wurden in den 1960er- und 1970er-Jahren jedoch unsachgemäß modernisiert und mussten schon nach kurzer Zeit erneut aufwendig saniert werden. Dies wirft die Frage auf, warum Gebäude, die zuvor Jahrhunderte überdauert hatten, innerhalb weniger Jahre erhebliche Schäden entwickelten. Ein zentraler Grund war die Verwendung moderner, jedoch ungeeigneter Materialien, sowie das Missachten der spezifischen Anforderungen von Fachwerkbauten. Statt traditioneller Lehmbaustoffe kamen oft Porenbeton oder harte Ziegelsteine zum Einsatz. Häufig wurden auch hart gebrannte Klinker oder Kalksandsteine, anstelle von weich gebrannten Vollziegeln, verbaut. Statt des flexiblen Kalkmörtels verwendete man außerdem starre Zementschlämmen. Das Fachwerk lebt von einem diffusionsoffenen Aufbau, der Feuchtigkeit reguliert und abführen kann. Moderne Materialien blockieren diesen natürlichen Kreislauf und fördern in weiterer Folge große Bauschäden. Diese Materialien sind kaum diffusionsoffen und ihre vertikalen Hohlräume speichern Tauwasser oder eindringende Nässe und geben diese nur sehr langsam bis gar nicht ab. Folglich bleibt die Ausfachung feucht und sammelt sich, bis es zu einer Fäulnis an den Fachwerkhölzern kommt. Großformatige Bauplatten in der Dicke der Gefache sind ebenso ungeeignet, da sie sich nicht an die Bewegungen der elastischen Fachwerkstruktur anpassen können. Sie werden häufig mit starrem Klebemörtel befestigt und verhalten sich wie unbewegliche Scheiben. Dadurch entstehen Risse durch die Bewegungen des Fachwerks, Feuchtigkeit dringt ein, und die Balken beginnen zu faulen. Zementbasierte Materialien wirken ebenfalls wie starre Scheiben und blockieren die Diffusionsfähigkeit der Ausfachung. Sie sind kapillar unwirksam und die Feuchtigkeit staut sich an den Balkenrückseiten und Balkenflanken, führt also auch hier langfristig zu Schäden. Harte Klinker sind ebenfalls diffusionsdicht und lassen weder Innen entstehende Feuchtigkeit entweichen, noch regulieren sie eindringendes Wasser. Wird zusätzlich Zementmörtel verwendet, verstärkt sich diese Problematik und die Rückseite der Ausfachung bleibt feucht, wodurch die Fäulnisgefahr an den Balkenrückseiten gefördert wird. Weitere ungeeignete Materialien sind moderne Baustoffe wie Bauschaum, Silikon, Acryl und andere abdichtende Produkte. Diese blockieren die natürliche Atmung des Fachwerks und fördern die Ansammlung von Feuchtigkeit. Die Langlebigkeit der Konstruktion wird dadurch erheblich beeinträchtigt.³⁸

Der Einsatz traditioneller und natürlicher Baustoffe ist unerlässlich, um Fachwerkbauten dauerhaft zu erhalten und Schäden zu vermeiden.

Leichtlehm ist bei der Sanierung und dem Umbau von Fachwerkhäusern ein besonders geeignetes Baumaterial. Alte Ausfachungen sollten stets erhalten und bestandsgetreu saniert werden. Eine Ausfachung aus Strohlehm schafft eine feste Verbindung mit dem Fachwerk und weist zusätzlich eine höhere Elastizität auf, als eine Mauerwerksausfachung. Durch die konservierende Wirkung des Lehms erweist sich das Fachwerkholz, das fugenlos mit der Ausfachung in Kontakt steht, als äußerst langlebig. Der Lehm passt sich flexibel an und die fachgerecht ausgeführten Gefache schließen dicht am Holz ab. Mögliche Feuchtigkeit, die in kleinste Fugen eindringen kann, wird dank der hohen kapillaren Leitfähigkeit des Lehms schnell und zuverlässig abgeführt.³⁹ Die Überlegenheit der Lehmausfachung gegenüber moderner Baustoffe zeigt sich in ihrer Fähigkeit, die Bausubstanz zu schützen und trocken zu halten. In den letzten Jahrzehnten wurden Umweltaspekte wie der CO₂-Ausstoß der Zementherstellung in den Fokus gerückt und die Grenzen des Wachstums und der Belastbarkeit der Umwelt werden zunehmend anerkannt. Das Bauen mit Holz, Lehm und Pflanzenfasern, ermöglicht im Gegensatz zu den meisten anderen Baustoffen, ein Bauen, das allein mit Sonnenenergie möglich ist. Lehm härtet durch Lufttrocknung und kann jederzeit mit Wasser neu geformt werden, während Holz und Pflanzenfasern CO₂-neutral nachwachsen. Diese Rohstoffe sind fast überall in ausreichender Menge verfügbar und bedürfen keiner energieintensiven Verarbeitung.⁴⁰ Trotz ihrer langen und bewehrten Tradition bieten Holz-Lehmbauten weiterhin Potenzial für innovative, technische Weiterentwicklungen und sollten sowohl für gegenwärtige, als auch zukünftige Lösungsfindungen in der Bauwirtschaft herangezogen werden.



Abb.20: Saniertes Fachwerkensemble aus dem 18. Jh. (links) und dem späten 16. Jh., hessisches Buchenau



Abb.21: Saniertes Fachwerkhaus

Kapitel

2

GEGENWÄRTIGER EINSATZ VON LEHM IN ÖSTERREICH

Gegenwärtige Lehmbautechniken	30
Einsatzbereiche von Baulehm	36
Projektbeispiele kombinierter Holzlehmbauweisen	38

Gegenwärtige Lehmbautechniken

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Das Bauen mit Lehm erlebt in Österreich, wie in vielen anderen Ländern, vor allem durch die zunehmende Dringlichkeit nach ökologischen Bauweisen und dem Wunsch nach umweltfreundlichen Baustoffen, ein Aufleben. In Österreich findet man folgende, gegenwärtige Lehmbautechniken vor:

- Stampflehm
- Wellerlehm/ Österr.: G'satzte Wand
- Stroh- bzw. Faserlehm
- Leichtlehm und Leichtlehmschüttung
- Ungebrannte Lehmsteine
- Lehmbauplatten
- Lehmputz und Lehmmörtel

Heute wird Lehm vor allem in Kombination im Holzbau, im Strohballenbau und zunehmend auch in Form vorgefertigter Systeme, sowie im Innenausbau, als Lehmputz oder Lehmbauplatten, verwendet. Der österreichische Lehmbauer Martin Rauch hat beispielsweise den zeitgenössischen Stampflehmbau maßgeblich geprägt und sich international, durch seinen innovativen Einsatz, einen Namen gemacht.⁴¹ Lehmstoffe können in vielen Bereichen eines Gebäudes eingesetzt werden, wobei der Lehm je nach Bauteil mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und mithilfe verschiedener Techniken verarbeitet wird. Lehm kann sowohl nass, als auch trocken verarbeitet werden. Die Herstellung eines **Stampflehmbo-**dens erfordert viel Erfahrung und wird in mehreren Arbeitsschritten über einen längeren Zeitraum ausgeführt, dabei wird erdfeuchtes Material in eine Schalung gefüllt und anschließend verdichtet. Ein besonderer Vorteil von Lehmbo-

den ist ihre Wasserdampfdurchlässigkeit, das sie vor allem für Vorrats- und Weinkeller attraktiv macht. Die mechanische Stabilität eines Stampflehmbo-dens lässt sich durch Anfeuchten und Nachverdichten weiter verbessern. Mit dem nötigen Fachwissen kann die Oberfläche zusätzlich durch das Einlassen von Grundieröl, Hartöl oder Leinöl verstärkt werden. Martin Rauch behandelt Stampflehmbo-den beispielweise mit Kasein und Wachs, wodurch der Lehmbo-den nicht mehr diffusionsoffen ist, aber äußerst pfe-



Abb.22: Stampflehmbo-

den ge-

leicht wird und uneingeschränkt im Wohnbereich genutzt werden kann.⁴² Stampflehmbo-

eignen sich zudem als Untergrund für feste Bodenbeläge, wie Ziegel oder Natursteinplatten.⁴³ Tragende Wände aus Lehm werden aus Stampflehm, Wellerlehm oder als Lehmsteinwand ausgeführt. Zur Herstellung einer **Stampflehmwand** wird eine stabile Schalung benötigt, in die der erdfeuchte Lehm schichtweise eingebracht und verdichtet wird. Dies kann entweder händisch mit Holz- oder Metallstampfern, mit pneumatischen Stampfern oder mithilfe von Rüttelplatten erfolgen.⁴⁴ Im Innenbereich haben



Abb.23: Stampflehmwand



Abb.24: Lehmsteine

sie vor allem durch ihre hohe Speichermasse einen positiven Einfluss auf das Raumklima und tragen dazu bei, Temperaturschwankungen im Laufe des Tages abzuschwächen.⁴⁵

Wellerlehm (Österr.: G'satzte Wand) wird heutzutage fast ausschließlich in der Sanierung von erhaltenen Wellerlehmgebäuden angewendet. Er zeichnet sich durch einen höheren Strohannteil als im Stampflehm aus und hat nur wenig bis keinen Steinanteil. Die Lehmmischung wird nicht in eine Schalung eingefüllt, sondern in Schichten aufgebracht und durch Druck verdich-

tet. Nachdem die ca. 40 bis 60 cm hohe Schicht angetrocknet ist, wird die Oberfläche mit einem Spaten an den Seiten der Wand abgestochen, um eine ebene Wandoberfläche zu erhalten.⁴⁶ Zu den Trockenverfahren zählen der Einsatz von vorgefertigten Lehmsteinen oder Lehm- bauplatten. In Österreich bezeichnet der Begriff „Lehmziegel“ luftgetrocknete Bauteile und unterscheidet sich vom deutschen Sprachgebrauch, in dem „Ziegel“ ausschließlich für Produkte verwendet wird, die durch Hitzeeinwirkung den Verziegelungsprozess durchlaufen. Der österreichische „Lehmziegel“ entspricht dem deutschen „Lehmstein“ oder dem englischen „adobe brick“.⁴⁷ In dieser Arbeit wird sich fortlaufend auf den Sprachgebrauch aus Deutschland bezogen. Ungebrannte **Lehmsteine** werden heute vorwiegend für den Bau von tragenden und nichttragenden Innen- und Außenwänden eingesetzt. Sie werden fachgerecht im Verband mit durchgehenden Fugen vermauert, üblicherweise unter Verwendung von Lehmmörtel und möglichst ohne den Einsatz von Zement- oder Kalkzementmörtel. Der für das Mauern eingesetzte Lehmmörtel besteht aus einer Mischung



Abb.25: Wellerlehm



Abb.26: Leichtlehm Holzständerkonstruktion



Abb.27: Lehmbauplatten auf Unterkonstruktion aus Metallständern



Abb.28: Leichtlehm Fachwerkbau



Abb.29: Trockenbau mit Lehmbauplatten

von Baulehm und Sand, die auch organische Bestandteile enthalten kann. Das Vorgehen beim Vermauern unterscheidet sich dabei nicht von dem mit gebrannten Ziegeln.⁴⁸ Lehmsteine können sich in ihren Qualitäten unterscheiden, denn es gibt schwere, wärmespeichernde Massivsteine oder leichtere, wärmedämmende Leichtlehmsteine. Da die Festigkeit ausschließlich durch Lufttrocknung erreicht wird, sind sie anfällig für Feuchtigkeit. Für tragende Bauteile können daher Lehmsteine nur in Verbindung mit einer Holzrahmenkonstruktion ausgeführt werden.⁴⁹ Die DIN 18940 regelt die Konstruktion, Bemessung und Ausführung von tragendem Lehmsteinmauerwerk. Der Einsatz von Lehmsteinmauerwerk in Gebäuden ist bis

zu einer Höhe von 13 Metern zulässig, was typischerweise vier Geschossen entspricht.⁵⁰ Für den Bau von nichttragenden Wänden werden Materialien wie **Lehmplatten**, **Lehm-trockenbauplatten** und feucht eingebauter **Leichtlehm** verwendet, während andere Baustoffe die tragende Funktion übernehmen. Sie werden vor allem im Innenbereich, aufgrund ihrer hohen Wärmespeicherkapazität eingesetzt, um die Feuchtigkeit auf natürliche Weise zu regulieren. Dies kann beispielsweise eine Holzständerkonstruktion sein, die im Neubau mit Lehmbaustoffen, ähnlich wie es traditionell im Fachwerkbau der Fall war, kombiniert wird. **Lehmleichtbauplatten** können als nichttragende Trockenbauwände ausgeführt werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.30: ClayTec leichte Lehm-Trockenputzplatte

Dünne Lehmplatten haben in der Regel eine Dicke von 2-3 cm und ein Format von ca. 120 cm × 62,5 cm und erfordern eine Unterkonstruktion, aus Holz- oder Metallständern. Die Platten sind relativ leicht und lassen sich ähnlich wie andere Trockenbauplatten zuschneiden und anbringen. Zur Stabilisierung und besseren Handhabung werden die dünnen Lehmplatten mit organischen Fasern, wie Schilfrohmatten, verstärkt.⁵¹ Lehm Trockenbauplatten sind in verschiedenen Gewichtsklassen erhältlich, die sich nach ihrer Dichte und Dicke unterscheiden. Die Wahl der passenden Trockenbauplatte hängt von den spezifischen Anforderungen des Bauprojekts ab, wie dem Schallschutz, der Wärmespeicherung und der Tragfähigkeit. Eine leichtere Lehmbauplatte ist beispielsweise die „ClayTec Lehm-Trockenputzplatte“, die speziell für die flächige Bekleidung von Holz- und Holzwerkstoffen, sowie Altputzen und Massivbaustoffen entwickelt wurde. Bestehend aus Baulehm, Ton, Perlite, Schilfrohr, Hanf und Jutegewebe, mit einer Breite von 62,5 cm und einer Länge von 62,5 cm. Die Platte ist 16 mm dick



Abb.31: ClayTec-Lehmbauplatte D22 solar

und hat ein Gewicht von ca. 4,4 kg pro Platte, entsprechend ca. 11,2 kg/m².⁵² Die „ClayTec-Lehmbauplatte D22 solar“ besteht aus Baulehm, Miscanthusfasern, ca. 0,2 % Stärke und einem einseitig auf der Rückseite aufgebrachtem Papier. Sie dient als Beplankung für Holz- und Metallständerkonstruktionen an Innenwänden, Vorsatzschalen, sowie Decken- und Dachflächen. Die Platte vereint Trockenbau und Lehmputz in einem Produkt, bietet mit einer Rohdichte von 900 kg/m³ eine hohe Lehmmasse und lässt sich dennoch leicht verarbeiten. Mit einer Plattenstärke von ca. 22 mm, einer Länge von 1.250 mm, einer Breite von 625 mm liegt das Gewicht pro Platte bei ca. 15,5 kg, entsprechend ca. 19,8 kg/m².⁵³ Schwere Lehmbauplatten sorgen hingegen durch ihre hohe Lehmmasse für ein optimiertes Raumklima, insbesondere im Hinblick auf die thermische Regulierung. Die Platten sind mit einer Handkreissäge einfach zuzuschneiden und erlauben bei Wänden ein breites Unterkonstruktionsraster von 625 mm. Ebenso ideal zur vollflächigen Bekleidung von Holzwerkstoff- und Spanplatten.



Abb.32: ClayTec Lehmbauplatte schwer

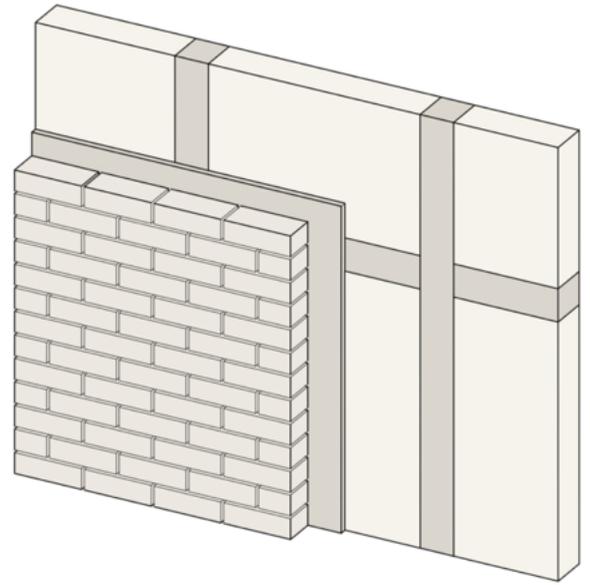


Abb.33: Vorsatzschale aus Lehm

Sie setzt sich zusammen aus Lehm, Ton, Holzfasern, Stärke und einem Jutegewebe, das einseitig auf der Rückseite ist. Die Maße liegen bei ca. 1.250 mm in der Breite und bei einer Länge von 625 mm und ist mit einer Plattenstärke von 16 mm und 22 mm erhältlich. Bei einer Dicke von 16 mm wiegt eine Platte 18 kg und ca. 23 kg/m², bei einer Stärke von 22 mm wiegt eine Platte ca. 25 kg, folglich ca. 32 kg/m².⁵⁴ Ein weiteres nicht tragfähiges Bauteil ist die **Vorsatzschale**, welche vor allem im Sanierungsbereich verwendet wird, um die Wärmedämmung, Winddichtigkeit und den Schallschutz bei bestehenden Außenwänden mit geringer Wandstärke zu verbessern. Im Holzständer- und Holzrahmenbau dienen Vorsatzschalen als wärmespeichernde Schichten. Im Deckenbereich werden Lehmbaumstoffe üblicherweise in oder auf einer Holzbalkenkonstruktion eingesetzt.⁵⁵ Lehm wird in Decken und Dächern hauptsächlich wegen seiner wärmedämmenden Eigenschaften und seiner Brandbeständigkeit eingesetzt. Je nach gewünschter Funktion kann er in Form von Stroh- oder Leichtlehm,

Lehmsteinen, **Lehmschüttungen** oder Lehm-
bauplatten verwendet werden.⁵⁶ Lehm-
bauplatten lassen sich trocken zwischen Deckenbal-
ken einsetzen und Abhängedecken können auch
mit Lehm-trockenbauplatten realisiert werden.
In Dachschrägen wird Lehm vor allem bei Sa-
nierungen und bei Dachgeschossausbauten
eingesetzt. Dabei kann das Material entweder
feucht auf eine verlorene Schalung aufgetra-
gen oder als Leichtlehm-
bauplatte in die Spar-
renzwischenräume eingefügt werden.⁵⁷ Ein
weiteres Nassverfahren ist das Auftragen von
Lehmputz, der entweder im Spritzverfahren
oder als Bewurf, auf feste Untergründe aufge-
bracht wird. Da Lehm nicht chemisch, sondern
durch Lufttrocknung abbindet, können größere
Mengen angemischt und nach dem Trocknen
jederzeit wieder mit Wasser angerührt werden.
Dadurch können leicht Nachbesserungen und
Reparaturen durchgeführt werden. Wände und
Decken, die mit Lehmputz gestaltet sind, bie-
ten vielfältige ästhetische Möglichkeiten und
tragen zu einem angenehmen Raumklima bei.
Um eine optimale, sorptionsabhängige Wir-



Abb.34: Lehmschüttung



Abb.35: Lehmputz

kung zu erzielen, sollte die Putzstärke mindestens 1,5 cm betragen. Lehmputzmörtel werden in unterschiedliche Kategorien unterteilt: Grobe Lehmputze bestehen aus Ton- oder Baulehm, sowie groben Zuschlagstoffen, wie beispielweise Strohfasern, die häufig beigemischt werden, um die Rissbildung zu verhindern. Das Putzgefüge wird dadurch stabiler und abriebfester. Sie können manuell oder maschinell in einer Schichtdicke von 0,5 bis maximal 4 cm aufgetragen werden. Die Putze sind als Trockenmischung oder erdfeuchtes Fertiggemisch erhältlich und können auch aus lokalem Grubenlehm hergestellt werden. Die fertige Oberfläche wird in der Regel mit einem abschließenden Anstrich versehen. Feine Lehmputzmörtel werden aus Lehm und feinen Zuschlägen, wie Fasern und Sanden hergestellt und werden meist manuell und gelegentlich maschinell in einer Schichtstärke von 2 bis 5 mm aufgetragen. Sie sind als Trockenfertiggemisch erhältlich und auch hier wird die Oberfläche üblicherweise mit einem Endanstrich versehen.

Feine Farbputzmörtel bestehen aus farbigem Lehm oder Tonerde, gemischt mit feinen Zuschlägen. Alternativ können auch Farbpigmente hinzugefügt werden. Sie werden in einer Stärke von 2 bis 5 mm manuell oder seltener maschinell aufgetragen. Die natürliche Farbgebung bleibt sichtbar, weshalb kein deckender Endanstrich erforderlich ist. Außerdem gibt es neue Produkte auf dem Markt, die Lehmstreichputze. Diese sind im Wesentlichen Anstrichstoffe, bei denen die Bindung durch Lehm und Ton nur eine geringe oder keine wesentliche Rolle für die Endfestigkeit spielt. Lehmstreichputze enthalten grobe Füllstoffe, während Lehmfarben feinere Partikel enthalten. Der Lehmputz lässt sich jedenfalls mit Lehmfarben oder anderen natürlichen Beschichtungen kombinieren, um individuelle Gestaltungsmöglichkeiten zu schaffen.⁵⁸

Einsatzbereiche von Baulehm

	Stampflehm	Wellerlehm	Leichtlehm	Lehmsteine
Aufbau	50 - 80 cm Stampflehm mit Außenputz, U-Wert ca. 0,9 - 1,2 W/(m ² K), bei Wärmeleitfähigkeit Lehm 0,8 W/mK	50 - 80 cm Wellerlehm mit Außenputz, U-Wert ca. 0,6 - 0,9 W/(m ² K), bei Wärmeleitfähigkeit Lehm 0,6 W/mK	30 - 50 cm dicker Leichtlehm als Aus- fachung in z.B Holz- rahmenbauten mit Außen- und Innenputz, U-Wert ca. 0,28 - 0,4 W/(m ² K), bei Wärme- leitfähigkeit Lehm 0,2 W/mK	40 cm dicke Lehm- steine mit 10 cm Außendämmung und Außenputz, U-Wert ca. 0,25 W/(m ² K), bei Wärmeleitfähig- keit Lehm 0,6 W/mK
Rohdichte	1.700 - 2.200 kg/m ³	1.500 - 1.800 kg/m ³	400 - 1.200 kg/m ³	400 - 1.800 kg/m ³

Tab. 01: Beispielhafte Verarbeitung von Lehm für verschiedene Anwendungen

Bautechnik	Fußboden	Tragende Wand	Nicht- tragende Wand	Dach, Decke	Trocken- bau	Putze
Stampflehm	•	•	•			
Wellerlehm		•	•			
Strohlehm			•	•		•
Leichtlehm			•	•		•
Lehmschüttung	•			•		
Lehmmörtel		•	•			
Lehmsteine		•	•	•	•	
Lehmbauplatten			•	•		

Tab. 02: Einsatzbereiche von Baulehm

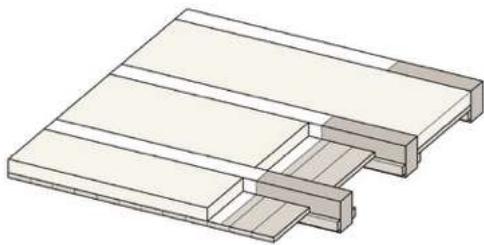


Abb.36: Einschubdecke

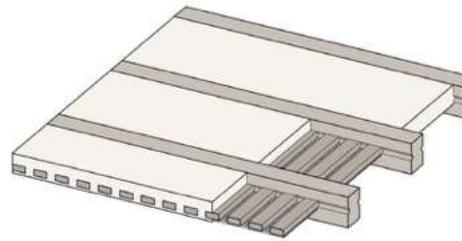


Abb.37: Stakendecke

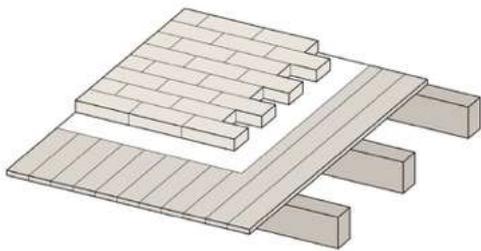


Abb.38: Deckenauflage

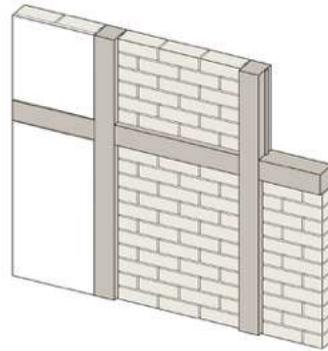


Abb.39: Gefach aus Lehmsteinen

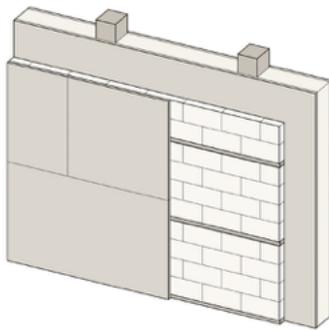


Abb.40: Gestapelte Lehmwand

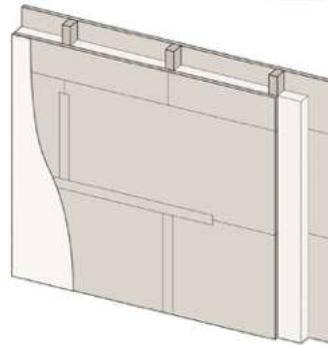


Abb.41: Lehmbauplatte

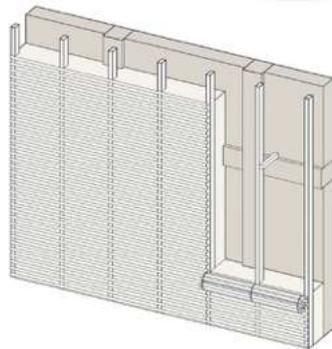


Abb.42: Vorsatzschale aus Leichtlehm mit Schilfrohwgebe

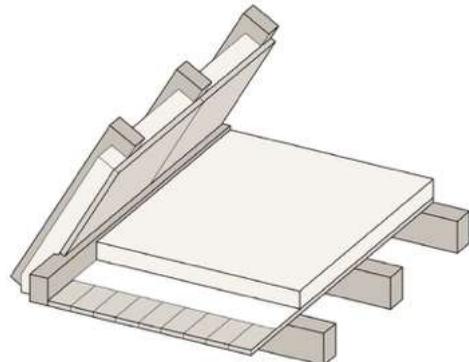


Abb.43: Lehm in Dachsträgen

Projektbeispiele in Österreich

Rudolf Steiner Schule



Abb.44: OG 2 Neubau



Abb.45: Hofseite

Die approbierte, gedruckte Online-Ausgabe dieser Onlinebibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
This approved, printed digital version of this thesis is available at the TU Wien Bibliothek.

- **Standort:** 1230 Wien, Endresstraße 113
- **Architektur:** Dietrich Untertrifaller, ANDIBREUSS
- **Bauzeit:** 2022 – 2024
- **Bauart:** Holzbauweise aus Rippen- und Hohlkastenelementen in Kombination mit Lehm-trockenbauplatten, natürliche Dämmstoffe und Lehmputz
- **Holzbau:** KPZT, Kurt Pock
Tragwerksplanung, Klagenfurt
- **Lehmarbeiten:** ProLEHM
- **Fläche:** 3.125 m²

Die 1964 gegründete Rudolf Steiner-Schule in Wien-Mauer ist die älteste Waldorfschule Österreichs und sollte um einen innovativen Neubau erweitert werden, um die schulischen Möglichkeiten auszubauen. Die historische Fassade des eingeschossigen Gebäudes blieb zur Straßenseite hin unverändert, während sich auf der straßenabgewandten Hofseite der Neubau harmonisch einfügt. Dieser bietet Platz für eine Turnhalle, vier Klassenzimmer mit Kleingruppenräumen, Horträume, einen Kindergarten, Speisesaal und Aula, sowie verschiedene Werk-, Musik- und Bewegungsräume.

Bereits im Wettbewerb 2014 schlugen ANDIBREUSS und Dietrich Untertrifaller vor, den Neubau der Schule in Holzbauweise zu realisieren und die Innenräume mit Lehm-baustoffen zu gestalten. Dabei sollte der Einsatz synthetischer und künstlicher Materialien möglichst minimiert oder vollständig vermieden werden, um gesunde und emissionsfreie Räume für die Schüler:innen zu schaffen. Bei nahezu jedem Bauvorhaben fällt Lehmaushub an, der je nach seiner Qualität, für das Bauvorhaben verwendet werden kann. Für die Rudolf Steiner Schule wurde der anfallende Lehmaushub sorgfältig analysiert und Probekörper hergestellt, um seine Eignung zu überprüfen. Dabei zeigte sich, dass das Material ideal für die Herstellung hochwertiger Oberflächen ist, woraufhin im gesamten Schulgebäude 2500 m² Lehmoberflächen aus dem Aushub direkt vor Ort realisiert wurden.⁵⁹



Abb.46: Lehmaushub



Abb.47: Analyse Lehmproben



Abb.48: Aufbereiteter Lehm



Abb. 49: Holzständerbau Trennwände



Abb. 50: Innenausbau mit Lehmbauplatten

Der Neubau wurde in Holzbauweise mit Rippen- und Hohlkastenelementen realisiert, wobei natürliche Dämmstoffe wie Stroh, Holz und Hanf als Wärmeschutz zum Einsatz kamen. Die Holzbauweiselemente sind leicht rückbaubar und können problemlos recycelt werden. Der Innenausbau erfolgte mit Lehmputzplatten und dem aufbereiteten Lehmputz, der aus dem Ausschubmaterial gewonnen wurde.⁶⁰ Sämtliche Trennwände wurden in Holzständerbauweise mit natürlicher Dämmung und Lehmputz ausgeführt. Diese Holzlehmbauweise erfüllt nicht nur die strengen bauphysikalischen Anforderungen eines Schulgebäudes, sondern trägt auch zur Verbesserung des Raumklimas der Klassenzimmer und Aufenthaltsräume bei. Der Lehm reguliert auf natürliche Weise die Luftfeuchtigkeit, bietet durch seine große Speichermasse eine angenehme Wärmeabstrahlung und sorgt dank unbehandelter Oberflächen für gesunde, emissionsfreie Räume. Das Hauptziel war vor allem die Schaffung weitgehend chemiefreier Innenräume. Auf den Einsatz von künstlichen, CO₂-intensiven Baustoffen, wie Metallständer, Klebebänder, Folien, Mineralwolle, Gipsplatten und Anstrichen, konnte vollständig verzichtet werden.⁶¹



Abb.51: Trockenbau



Abb.52: Speisesaal



Abb.53: Lehmputz und helle Holzverkleidungen

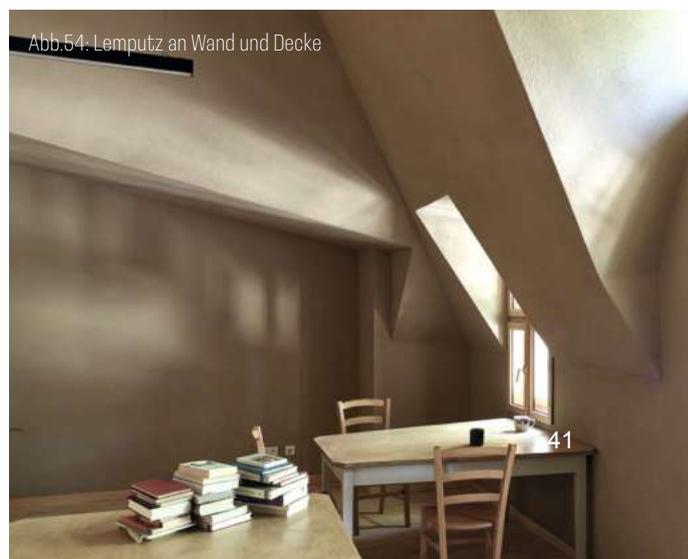


Abb.54: Lehmputz an Wand und Decke

Erweiterungsbau Windkraft Simonsfeld

Die approbierte, gedruckte Originalversion dieser Arbeit ist an der TU Wien Bibliothek erhältlich.
The approved original version of this thesis is available at the TU Wien Library.

Abb.55: Stamplehmwand im Kern



Die approbierte, gedruckte Originalversion dieser Arbeit ist an der TU Wien Bibliothek erhältlich.
The approved original version of this thesis is available at the TU Wien Library.

Abb.56: Holzbau im klaren Raster



- **Standort:** Ernstbrunn, Niederösterreich
- **Architektur:** juri troy architects
- **Bauzeit:** 2022 – 2024
- **Bauart:** Holzbauweise mit Stampflehm aus der Baugrube
- **Fläche:** 2.000 m²

Aufgrund des kontinuierlichen Wachstums der Windkraft Simonsfeld AG in Ernstbrunn sollte eine Erweiterung des bestehenden Gebäudes geplant werden. Der Neubau sollte zusätzliche Büroflächen, sowie einen neuen Empfangs-, Restaurant- und Veranstaltungsbereich schaffen. Das Bestandsgebäude wurde durch einen zweigeschossigen Baukörper zur Straßenseite hin erweitert und verbindet sich an zwei Punkten mit dem Bestandsgebäude. Im Zentrum entstand ein gemeinsames Atrium, das als Kommunikations- und Verbindungsbereich zwischen Alt- und Neubau dient. Für die Zukunft zu bauen, war der Leitfaden des Projekts und sollte konsequent im Entwurf berücksichtigt werden. Der Neubau ist als Holzbau in einem klaren Raster konzipiert, der größtmögliche Flexibilität für zukünftige Nutzungsanforderungen ermöglicht.⁶² Bei den Materialien wurde stark auf Regionalität und die sortenreine Verwendung der Materialien geachtet, damit am Ende des Lebenszyklus ein nachhaltiges Recycling im Sinne der Kreislaufwirtschaft gewährleistet wird. Im Zentrum befindet sich ein massiver Lehmkern, der die Erschließungs- und Servicebereiche aufnimmt und zugleich durch ein innovatives Energiespeicherkonzept zur Regulierung des Raumklimas beiträgt. Erdsonden mit einer Tiefe von 150 Metern, thermisch aktivierte Lehmwände und Estrich als Speichermasse sorgen für die Regulierung des Raumklimas. In Kombination mit der Photovoltaikanlage auf dem Dach wird das Gebäude zum Plusenergiehaus, das die Zertifizierung „klimaaktiv Gold“ mit der höchstmöglichen Punktzahl erreicht hat.⁶³



Abb. 57: Stampflehmwand neben CLT-Treppe



Abb. 58: Thermisch aktivierte Stampflehmwand

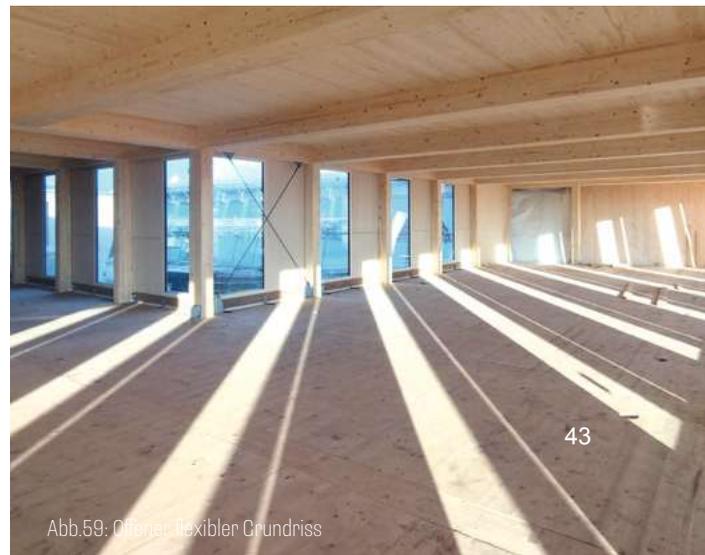


Abb. 59: Offener flexibler Grundriss

Haus ohne Beton



Abb.60: Haus ohne Beton



Abb.61: Brettstapelholz Decke, Innenputz aus Lehm

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Originalarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available primarily at TU Wien Bibliothek.

- **Standort:** Breitenfurt bei Wien
- **Architektur:** ANDIBREUSS
- **Bauzeit:** 2019-2020
- **Bauart:** Holzmassivbau aus unverleimtem Brettstapelholz und Lehmputz
- **Holzbau:** Holzbau Simlinger GmbH, Gföhl
- **Fläche:** 216 m²

Dieses Haus besteht von Grund auf ausschließlich aus Holz und Lehm, sogar die Bodenplatte ist aus unbehandeltem Holz, das durch Schraubfundamente getragen wird, sodass das natürliche Gelände darunter unberührt geblieben ist. Dadurch wird das Ökosystem und die dort lebenden Insekten geschont und der Raum unter dem Gebäude sorgt zudem für die notwendige Belüftung. CO₂-Emissionen werden nicht nur vermieden, sondern durch die Verwendung ausschließlich natürlicher, unbehandelter Baustoffe, wie Holz und Lehm sogar gebunden. Die Konstruktion besteht aus unverleimtem Brettstapelholz, das an der Decke sichtbar bleibt, die Außenwände sind mit dickem Lehmputz versehen und integrieren eine Wandheizung. Die Innenwände bestehen aus Holzständerkonstruktionen, die mit Tannenholz verkleidet sind, welches sich auch in gebürsteter Form auf den Böden wiederfindet. Im Fußboden wurde ebenfalls komplett auf Beton verzichtet und sich für Lehmestrich mit einer Fußbodenheizung entschieden. Alle Oberflächen des Hauses sind unbehandelt, sodass die Räume vollkommen chemie- und emissionsfrei sind. Durch die hochintegrierte Verwendung von Lehm, wird zusätzlich ein angenehmes und gesundes Raumklima geschaffen. Dank der strukturierten Oberfläche des Lehmputzes wird auch eine hervorragende Raumakustik erreicht. Das gesamte Badezimmer ist mit Holz verkleidet, sodass auf Fliesen und Abdichtungen verzichtet werden konnte. Die Holzduche und der Holzbadebereich wurden mit einer hinterlüfteten Holzfassade ausgeführt.⁶⁴



Abb.62: Innenausbau nur mit natürlichen Materialien



Abb.63: Badezimmer aus Holz und Lehm, keine Abdichtungen

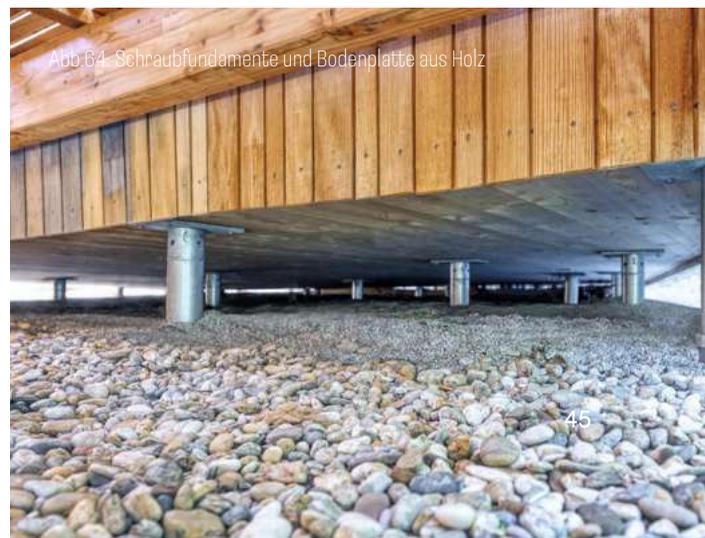


Abb.64: Schraubfundamente und Bodenplatte aus Holz

WOHNWAGON



Abb.65: WOHNWAGON Oskar

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at the TU Wien Bibliothek.

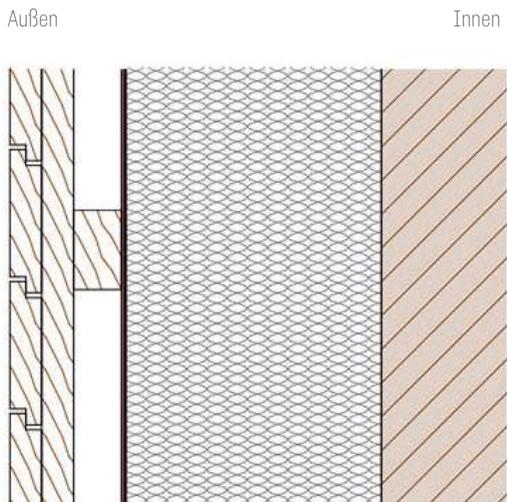


Abb.66: Wandaufbau gerade Außenwand ohne Lehmputz

Aufbau von Innen nach Außen	Außenwand
CLT 3-S Massivholzwand	0,2 cm
Schafwolldämmung/UK	2,4 cm
Winddichtbahn	24/30/40 cm
Nageldichtband	2,4 cm
Konterlattung Hinterlüftung vertikal	0,2 cm
Traglattung Hinterlüftung horizontal	4 cm
Lärchenholzfassade vertikal	2,6 cm
U-Wert	0,20 W/m ² K

Tab.03: Wandaufbau WOHNWAGON runde Wand

Die Firma Wohnwagen fertigt autarke Tiny Houses in ihrer Werkstatt in Gutenstein, Niederösterreich. Die massive Holzbauweise aus einer 8 cm starken Holzwand dient nicht nur als stabiles Fundament, sondern auch als Wärmespeicher und Schutz vor der Hitze im Sommer. Die Modulbauweise ist selbsttragend und bietet große Flexibilität für ihre Kund:innen. Es können individuell ein oder zwei Module nebeneinander platziert oder mehrere Elemente zu einem größeren Modulhaus kombiniert und gestapelt werden. Für die Dämmung kommt Schafwolle zum Einsatz, welche ausgezeichnete Dämmeigenschaften bietet und zugleich ein gesundes Raumklima schafft. Schafwolle reduziert Schadstoffe in der Luft und fördert eine natürliche Luftzirkulation, wodurch es vor allem für Allergiker einen großen Vorteil bietet. Die massiven Holzwände bleiben als sichtbare Innenwände erhalten, für die runden Wandelemente wird Lehm als Putzoberfläche eingesetzt.⁶⁵ „Wir verwenden Lärche als Außenschalung, Konstruktionsholz aus Fichte, Schafwolle, Vollholz oder Holz-Alu Fenster, Winddichtbah, keine OSB Platten, höchstens eine ökologische ESB Platte für den Aufbau größerer Module, manchmal Strohplatten als Putzträgerplatten, möglichst natürliche Keramik- oder Natursteinfliesen, Massivholz Möbel und Küchen, Spülen aus natürlicher Keramik, Keramikverbundsteinen oder Mineralverbundsteine. Bei der Installationstechnik müssen wir auf Aluminium und Kupferbleche zurückgreifen. Wir empfehlen den Einsatz von Lehm prinzipiell immer in unseren Konzepten, auch in unserem Baukastensystem in den klassischen Grundrissen unter 50 m², haben wir den Lehmputz immer standardmäßig dabei. Auch weil es bei kleinen Räumen sehr wichtig ist, dass das Klima und die Feuchtigkeit im Wohnraum gut passt und gepuffert wird. Bei größeren Häusern ist es nicht unbedingt notwendig, aber auch dort leisten sich die Kund:innen gerne eine schöne, farbige Lehmwand.“⁶⁶



Abb.67: Vorfertigung, Schafwolldämmung



Abb.68: Modulbauweise, Massivholzwand



Abb.69: Runde Wand mit Lehmputz

Holz-Lehm-Verbundsystem im Fertigteil



Abb.70: Andi Breuss , Holz-Lehm-Verbundsystem



Abb.71: Holz-Lehm-Verbundsystem

Michaela Fodor, ehemalige Architektin bei ANDIBREUSS beschreibt das Wandsystem in einem persönlichen Interview wie folgt:
„Bei Andi's System ist es eine Fertigteilbauweise. Es ist eine Holz-Riegel-Konstruktion, die meistens mit einer Holzfaserdämmung gedämmt wird und Innen, sowie Außen wird eine Lehmschicht aufgebracht. Die äußere Lehmschicht ist ca. 8 cm dick, eine kompaktere Lehmmasse mit weniger Zusatzstoffen und innenseitig hat man eine 12 cm Leichtlehmschicht. Das System wird liegend produziert und die Lehmschicht wird eingestampft. In dieser 12 cm Lehmschicht ist dann auch die Wandheizung, wenn gewünscht, Installa-

tionen, Steckdosen, Wasseranschlüsse. Der Lehmputz wird dann als letzte Schicht nicht im Fertigteil angebracht. Der Außenputz von 3 cm wird mit Kuhdung angemischt, weil der Kuhdung wie ein Stabilisator wirkt und das Ganze noch mehr festigt. Mit einem zusätzlichen Armierungsgewebe hält die Fassade wahrscheinlich wie eine herkömmliche Außenputzfassade, aber da stehen wir noch am Anfang und haben keine Langzeitstudien. Alternativ planen wir auch klassische, hinterlüftete Holzfassaden. In den Sanierungsprojekten passiert nichts in der Vorfertigung, sondern vor Ort in den Innenräumen, dass beispielsweise Wände rausgerissen werden und dünne Holz-Riegel-Konstruktionswände eingezogen werden, auf die dann der Lehmputz aufgetragen wird. Bei den Außenwänden kommt in der Sanierung immer Kalkputz drauf.⁶⁷

Das Holz-Lehm-Verbundsystem ist ein vorgefertigtes Modulsystem, das in Form und Größe flexibel gestaltet werden kann. Die Elemente werden trocken und baufertig auf die Baustelle geliefert, inklusive vorgefertigter Verschlusselemente aus Lehm für alle Wand- und Deckenanschlüsse. Es ist ein innovatives Bausystem, das vollständig auf natürliche Baustoffe im Elementaufbau und in den Anschlussdetails setzt. Holzriegelkonstruktionen sind Leichtbauweisen, die zusätzliche Schichten benötigen, um bauphysikalische Anforderungen zu erfüllen. Der geringe ökologische Fußabdruck von unverleimten und ressourcenschonenden Holzriegelbauten wird dann oft durch komplizierte und fehleranfällige Schichtaufbauten mit synthetischen Baustoffen geschmälert. So wird die Luftdichtheit meist durch Folien oder Holzwerkstoffplatten hergestellt, die durch

Klebebänder an den Stößen ergänzt werden. Schall- und Brandschutz erfolgen häufig mit Gipskartonplatten, während die Winddichtheit erneut durch Folien oder Holzwerkstoffplatten sichergestellt wird. Solche Konstruktionen sind anfällig für Ausführungsfehler oder Beschädigungen der dichten Ebenen, die oft schwerwiegende und langfristige Bauschäden nach sich ziehen. Außerdem weisen Holzleichtbausysteme eine vergleichsweise geringe Wärmespeicherfähigkeit auf. Materialien wie Holz, Lehm, Flachs und Stopfhanf ersetzen herkömmliche synthetische und chemisch gebundene Baustoffe. Außerdem sollten zukunftsorientierte Gebäude nicht nur Wert auf Energieeffizienz, sondern auch auf die Reduzierung grauer Energie und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen legen. In einem dreijährigen Forschungsprojekt wurde gezeigt, dass Lehm in verschiedenen Zusammensetzungen mit Flachs als Dichtmaterial sämtliche bauphysikalischen Anforderungen erfüllen kann, die bislang durch künstliche Schichten abgedeckt wurden. Durch die einheitliche, monolithische Schichtkonstruktion werden Ausführungsfehler und daraus resultierende Bauschäden vermieden. Installationsleitungen können direkt in die luftdichte Innenschicht integriert werden, ohne dass zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen notwendig sind. Die dicke Lehmschicht im Inneren reguliert die Luftfeuchtigkeit, da sie Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann. Zudem verfügt sie über eine hohe Wärmespeicherfähigkeit, wodurch ein angenehmes und stabiles Raumklima gewährleistet wird. Die Innenräume können durch dieses Wandsystem vollständig ohne chemische und emissionsbelastete Materialien ausgeführt werden.⁶⁸

LOPAS Lehm-Holz-Stroh-Bauweise im Fertigteil



Abb.72: LOPAS, patentierter Wandaufbau

Aufbau von Innen nach Außen	Außenwand
Biofaserlehm-Putz	4,5 cm
Lehmflachsfließ	0,2 cm
Rauschalung	2,4 cm
Dämmebene (Strohhäcksel)	24/30/40 cm
Rauschalung	2,4 cm
Lehmflachsfließ	0,2 cm
Hinterlüftungslattung	4 cm
Schalung Vertikal	2,6 cm
U-Wert	0,19/0,15/0,12 W/m ² K

Tab.04: LOPAS, patentierter Wandaufbau

Für die Lopas-Bauteile werden ausschließlich natürliche Materialien wie Holz, Stroh und Lehmputz verwendet. Verbindungselemente, wie Schrauben, bestehen aus recycelbarem Metall und können bei Umbau oder Rückbau problemlos wiederverwertet werden. Die Lopas GmbH, mit Sitz in Tattendorf, Niederösterreich, ist ein österreichisches Unternehmen, das von Roland Meingast mitgegründet wurde. Von ihm wurde das innovative Bausystem entwickelt und patentiert. Die Lopas GmbH fertigt Bauteile für Holz-Lehm-Fertighäuser in einem eigenen Produktionswerk in der angrenzenden Slowakei. Auch der Lehm wird dort abgebaut und Levita-Lehm wird lediglich für die Putzoberflächen verwendet. Dieser Ansatz reduziert sowohl Kosten, als auch Risiken und garantiert eine gleichbleibend hohe ökologische Qualität der Bauteile, so werden auch sämtliche Installationen bereits in die Lehmputzschicht integriert. Ein entscheidender Vorteil des Fertigteilkonzepts ist die schnelle Montage vor Ort. Diese dauert meist nur drei Arbeitstage, woraufhin mit den Fassadenarbeiten, der Dachdeckung und dem Innenausbau begonnen werden kann. Je nach beauftragtem Leistungsumfang werden die Einfamilienhäuser in einem Zeitraum von nur ein bis vier Monaten bezugsfertig übergeben. Mithilfe des OI3-Index wird im Energieausweis die CO₂-Bilanz der verwendeten Baustoffe berechnet und transparent ausgewiesen. Durch den Einsatz natürlicher, organischer Materialien verhindert das Lopas-System die Emission großer Mengen CO₂, die bei konventionellen Baustoffen jedenfalls anfallen würden. Ein Beispiel verdeutlicht den signifikanten Unterschied:

Ein 150 m² großes Fertighaus von Lopas spart im Vergleich zu einer konventionellen Massivbauweise bis zu 150 Tonnen CO₂ ein. Diese Einsparung entspricht etwa den jährlichen Emissionen von 90 Mittelklasse-PKWs. Diese Werte wurden auf Grundlage des Energieausweises eines Passivhauses mit 149 m² Wohnnutzfläche und einer Energiekennzahl von 10 kWh/m² bei verschiedenen Baustoffvarianten berechnet.⁶⁹ In einem Gespräch mit dem derzeitigen Geschäftsführer Alexander Kopecek erhielten wir als Vereinsmitglieder der Young Earth Builders, einem österreichischen Verein für nachhaltiges Bauen, tiefere Einblicke in die Firma. Er berichtete von Herausforderungen durch die OIB-Richtlinie 7, die besagt, dass die äußerste Fassade schicht witterungsbeständig sein muss. Ihre Bauherr:innen bevorzugen zwar ein Lehmhaus, entscheiden sich jedoch häufig für Putzträger und Gipskartonplatten als Außenhaut, da die meisten keine Instandhaltungsmaßnahmen an der Fassade durchführen möchten. In der Vergangenheit wurden Schadensersatzforderungen aufgrund von Fassadenrissen geltend gemacht, weshalb aktuell Außenfassaden aus Kalkputz oder Holz die einzigen Optionen sind. Lehmputz für die Außenfassade wird nicht mehr angeboten, da dies für das Unternehmen wirtschaftlich auf Dauer untragbar wäre. Durch eine 4,5 cm starke, feuerfeste Lehmschicht auf der Innenseite, die die Holzkonstruktion und die Strohdämmung vollständig umschließt, erreicht das Fertigteil eine Feuerbeständigkeit von bis zu 120 Minuten. Laut Unternehmensangaben übertrifft die Konstruktion gesetzliche Anforderungen deutlich, ein Brandtest der Wiener Ver-

suchs- und Forschungsanstalt bestätigte, dass die Außenwandkonstruktion einem zweistündigen Vollbrand unter tonnenschwerer Belastung standhält (Zertifizierung REI 120). Das System bietet somit eine höhere Brandsicherheit als herkömmliche Holzbausysteme. Trotz der Patentierung der Bauteile gibt es bisher keine Nachfrage nach dem System und auch ohne Patent glaubt das Unternehmen nicht, dass die Nachfrage signifikant steigen würde, da das Interesse am Markt derzeit noch begrenzt ist. Die meisten Kund:innen stammen aus Niederösterreich, dem Burgenland und der Steiermark. Alexander Kopecek merkte an, dass die Nachfrage zwar in der Allgemeinheit zunimmt, jedoch die Kosten ausschlaggebend sind. Alternativ bieten sie auch ein Modul mit Rohlingen an, das Bauherr:innen selbst fertigstellen können, um Kosten einzusparen. Lopas ist im Vergleich zu anderen Fertighausherstellern, wie ELK etwa 10 % teurer. Diese Preisabweichung liegt vor allem an der längeren Arbeitszeit, die diese Bauweise erfordert. Bei öffentlichen Ausschreibungen, wie der Sanierung eines Gemeindebaus, konnten sie sich bisher noch nicht behaupten, da hier ebenfalls günstigere Anbieter:innen in der Regel bevorzugt werden. Das Unternehmen sieht die Förderung dieser Bauweise als politische Aufgabe, etwa durch die Einführung einer CO₂-Bepreisung, um die ökologischen Vorteile der Bauweise stärker zu berücksichtigen. In Zukunft verfolgen sie das Ziel den Einstieg in den mehrgeschossigen Wohnbau zu schaffen, wie ihr aktuelles Pilotprojekt das „Lehmhotel Litschau“ zeigen wird.⁷⁰

Lehm Passivhaus Tattendorf



Abb.73: Lehm PassivhausTattendorf



Abb.74: Holzständerkonstruktion

Das Lehm-Passivhaus in Tattendorf, Niederösterreich, wurde als Bürogebäude für die Firma LOPAS entworfen. Gleichzeitig dient es als Prototyp für die zukünftige, industrielle Produktion von Lehm-Passivhaus-Modulen. Für die Umsetzung des Gebäudes wurde ein neues Bausystem aus vorgefertigten Elementen entwickelt, bei der die Wandmodule aus einem thermisch getrennten, doppelten Holzständerwerk, mit einer 40 cm starken Dämmung aus Stroh, bestehen. Eine innovative Lehm-Vlies-technik ersetzt konventionelle Dampfbremsen, während neu entwickelte Biofaser-Lehmputze auch für den Einsatz im Außenbereich geeignet sind. Die Gebäudehülle wurde vollständig aus Passivhaus-Außenmodulen gefertigt.

Bauteile im Vergleich

Bauteil	Speichermasse m_{wbA} (kg/m ²) ohne Innenputz	Speichermasse m_{wbA} (kg/m ²) mit Innenputz	U-Wert W/m ² K
Holzrahmenelement mit Vollholzschalung, 35 cm	28,7	65,8	0,22
Holzmassivelement mit BSP 34 cm	46,4	74,1	0,21
Holz-Lehm-Verbundelement 36,5 cm	92,8	108,9	0,25
Lehmputz, Porothermziegel 25-38, EPS, 39 cm	66,2	77,7	0,24
Thoma Holz100 ohne Außen- dämmung, 36,5 cm	31,4	60,6	0,20
Vollziegelmauerwerk 1600 49 cm	115,7	123,5	1,16

Tab. 05: Vergleich unterschiedlicher Speichermassen

Wandstärke (cm)	32	34	36	38	40	42	44	50	55
Bauelement	U-Wert W/(m²K)								
Holz Lehm Verbundelement	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	
Lehm Passivhaus Tattendorf									0,12
Hochlochziegel Porotherm				0,27				0,18	
Holz 100 Thoma mit WDVS							0,15		
Massivholz KLH 35 plus WDVWS - MW	0,17					0,12			
STB Wand 18 cm plus WDVS EPS	0,27	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,13	

Tab. 06: U-Wert Vergleich je Wandstärke

Ein kurzer Blick in die Schweiz

HORTUS - Herzog & de Meuron, Zürich



Abb.75: Rendering Herzog & de Meuron

Das Gebäude von Herzog & de Meuron ist in Zusammenarbeit mit der Bauherrin Senn entwickelt worden und zeigt ein innovatives Bürogebäude. Basierend auf einer sorgfältigen Materialanalyse wurden überwiegend Materialien aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen verwendet. Der Entwurf folgt dem Cradle-to-Cradle-Prinzip, wodurch alle verwendeten Bauteile im ökologischen Kreislaufsystem für eine spätere Wiederverwertung oder Rückführung in die Natur konzipiert wurden. Der mehrgeschossige Holzskelettbau folgt einem modularen Raster und besteht aus Materialien wie Holz, Lehm, Zellulose, Glas und Photovoltaikpaneelen.⁷¹ Um ausreichend thermische Masse zu erzielen, entwickelten sie gemeinsam

mit den ZPF-Ingenieur:innenn aus Basel und dem österreichischen Lehmbauspezialisten Martin Rauch ein pionierhaftes Deckensystem. Dabei wurden Massivholzbalken in einen Holzrahmen eingelegt und Stampflehm in Form eines Gewölbes dazwischen eingebracht. Die Holzlehmdecke erfüllt die Brandschutzanforderungen, wirkt im Sommer als thermische Masse, gleicht Feuchtigkeitsschwankungen aus und sorgt für ein angenehmes und gesundes Raumklima. Außerdem stammt der Lehm aus dem Aushub der Baugrube und der Kies aus einem nahegelegenen Schüttwerk. Auf einem Nachbargrundstück errichteten sie eine Feldfabrik, auf der die Elemente vor Ort gefertigt und im feuchten Zustand verbaut wurden.⁷²

- **Standort:** Allschwil, Schweiz
- **Architektur:** Herzog & de Meuron Basel Ltd, Basel, Switzerland
- **Bauzeit:** Seit 2020, laufend
- **Bauart:** Holzskelettbau, aussteifende Brettstapel Treppenhauswände und Deckenelemente aus Vollholz und Stampflehm
- **Holzbau:** ZPF Ingenieure AG, Basel, Switzerland
- **Lehmarbeiten:** Lehm Ton Erde Baukunst GmbH
- **Fläche:** 11.500 m²

Die kompakte Gebäudeform minimiert Energieverluste, auf ein betoniertes Kellergeschoss wurde bewusst verzichtet, um den Aushub zu reduzieren. Durch die Luftzirkulation unterhalb des Gebäudes entsteht im Sommer eine kühlende und im Winter eine wärmende Wirkung. Zusätzlich wird eine Geothermieanlage zum Heizen und Kühlen eingesetzt. Eine Photovoltaikfläche von etwa 5000 m² auf dem Dach und den Brüstungen liefert erneuerbare Solarenergie und erzeugt genügend Überschuss, um die für den Bau benötigte graue Energie innerhalb von 31 Jahren auszugleichen. Ab dem ersten Tag ist HORTUS damit energiepositiv und nach einer Generation vollständig energieautark. Die Planung eines klimaneutralen Gebäudes ist eine architektonische Herausforderung, die weit über die bloße Anwendung ökologischer Bauprinzipien hinausgeht. Sie erfordert einen tiefgreifenden, kontinuierlichen Prozess zur Entwicklung individueller, situationsspezifischer Lösungen, die auf den jeweiligen städtebaulichen, geografischen und kulturellen Kontext zugeschnitten sind. Das Beispiel von HORTUS zeigt, dass zukunftsweisende Architektur zugleich lokal, ästhetisch, gesund und nützlich für Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft sein kann.⁷³

Das B01 Deckenelement standard, mit einem Brandschutz von REI60, Schallschutz von 52dB und Trittschall von 53dB ist von oben nach unten folgendermaßen aufgebaut: 20mm Eichenparkett + 10 mm Mehrschichtplatte, 1.Schicht Ölpapier, 30mm Holzlattung mit Schüttung, 2.Schicht Ölpapier, 30mm Weichfaserplatter Steico Term SD, 40mm DSP, D/D, Fichte, Befestigung mit VGZ 5,3x120, 260mm Rippe, Fichte N, C24, halbiert zu 2x120mm, teilkammergetrocknet, gehobelt, gestrichen, und dazwischen Stampflehm. Diese Bauweise verursacht zehn Mal weniger CO₂-Emissionen als eine herkömmliche Decke aus Beton.⁷⁴



Abb.76: Schnittperspektive Herzog & de Meuron

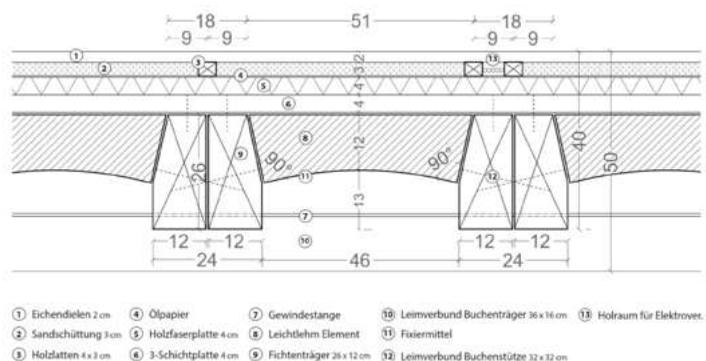


Abb.77: Deckenaufbau Herzog & de Meuron

Kapitel

3

ÜBERSICHT MODERNER HOLZBAUWEISEN IN EUROPA

Die Entwicklung der Holzbauweisen	58
Übersicht moderner Holzbauweisen	59
Massivholzbau	60
Holzrahmenbau	64
Skelettbau (Ingenieurholzbau)	66
Holzbauweisen im Vergleich	70
Neue Höhen im Holzbau	72

Die Entwicklung der Holzbauweisen

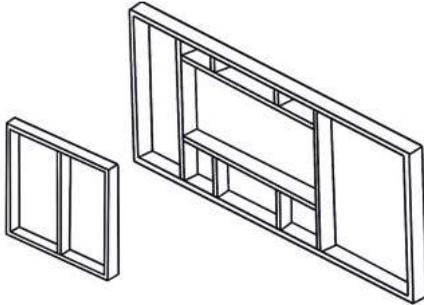
Holzbauweise	massiv			stabförmig
Älteste Bauform	Blockbau		Pfahlbau	
Übergangsform		Bohlenbau		
Europa, bis zur Industrialisierung			Fachwerkbau	
Nordamerika, Anfang 19.Jh.		Balloon-Frame Plattform-Frame		
Europa, heute	Holzmassivbau	Tafelbau	Rahmenbau	Skelettbau

Tab. 07: Entwicklung der Holzbauweisen

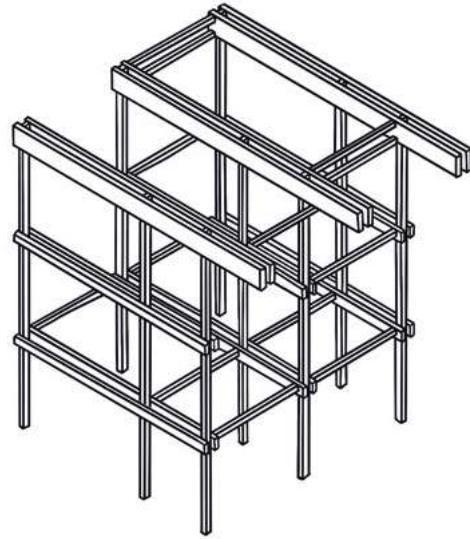
Während im 19. Jahrhundert der Holzbau in Europa durch die Entwicklung neuer Baustoffe und Produktionstechniken, an Bedeutung verlor, herrschte in den USA großer Bedarf nach günstigen Bauweisen, wodurch sich um 1850 der sogenannte **Balloon-Frame** entwickelte. Bei diesem System verlaufen die Wandständer durchgehend über zwei oder mehr Stockwerke. Den oberen und unteren Abschluss bilden horizontale Bretter, sogenannte Schwellen und Pfetten und die Deckenträger ruhen auf einer vertikalen Stegbohle, die in Ausklinkungen der Wandständer eingelassen ist. Der später entwickelte **Plattform-Frame** unterteilt die Wände für eine einfachere Montage geschossweise, indem die Holzständerwände jeweils nur bis zur Deckenhöhe eines Stockwerks ausgeführt werden und darauf die Decke als stabile Plattform gebaut wird. Diese Plattform dient während der Bauphase als Arbeitsbühne und Montagefläche.⁷⁵ In Europa begann sich daraus der **Holztafelbau** im 20. Jahrhundert zu etablieren, zunächst für kostengünstige Baracken während des Krieges und später zur Bekämpfung der Wohnungsnot nach dem Ersten Weltkrieg. Der Architekt Konrad Wachsmann, entwickelte die Holzskelettbauweise weiter. Er griff das historische Fachwerk auf und vereinfachte den Bau durch standardisierte Abstände und Querschnitte. Daraus entstand eine Holzrippenbauweise, die als Vorläufer des heutigen **Holzrahmenbaus** gilt. Mit zunehmenden Anforderungen an bauphysikalische Eigenschaften, sowie dem Ziel der Materialoptimierung nach dem Zweiten Weltkrieg, entwickelten sich die Bauweisen zunehmend weiter. Fortschritte in der Produktionstechnologie sowie neue Dämm-, Dichtungs- und Verkleidungsmaterialien führten zu den mehrschichtigen Wandaufbauten, die heute typisch für den Holztafelbau sind. Die Rückkehr zur **Massivbauweise** mag dadurch zunächst erstaunen, da sie in gewisser Weise der Materialreduktion entgegensteht, doch unter zahlreichen Gesichtspunkten, bietet die Massivholzbauweise, insbesondere im mehrgeschossigen Holzbau, eine attraktive Alternative zum vielschichtigen Holzrahmenbau.⁷⁶

Übersicht moderner Holzbauweisen

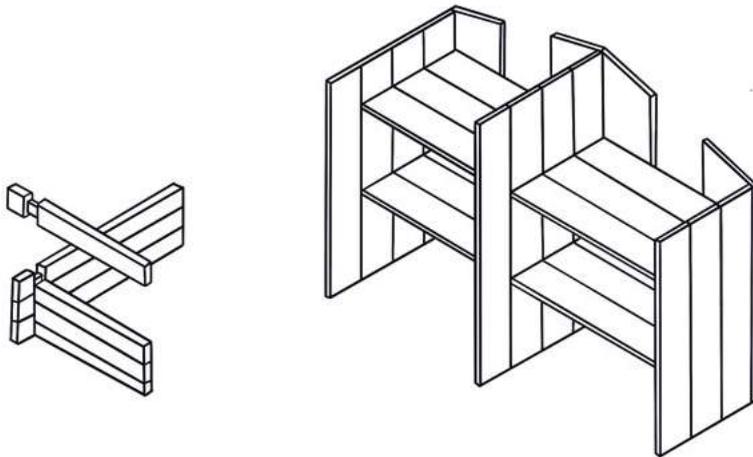
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Holzrahmenbau und Holzrippenbau



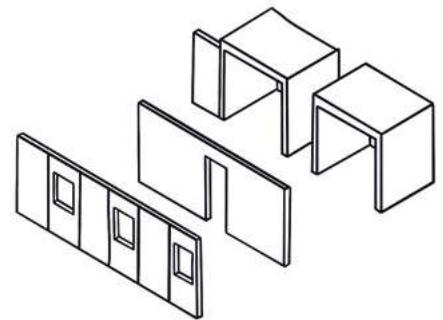
Skelettbau (Ingenieurholzbau)



Holzmassivbau:

Blockbau

Brettstapelbau und Brettsperrholzbau



Tafelbau und Raumzellenbau

Abb.78: Übersicht moderner Holzbauweisen in Europa

Massivholzbau

Die Möglichkeit, massive Vollholzelemente industriell zu fertigen, hat in den letzten Jahren zur Entwicklung und Einführung neuer Systeme geführt. Großflächige und gleichzeitig tragende und raumgestaltenden Elemente eröffnen vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Wände, Decken und Dächer und sind einfach und effizient herzustellen. Die Bauelemente bestehen meist aus massivem Holz, das verleimt, querverleimt, gedübelt oder genagelt wird, in seltenen Fällen werden auch Holzwerkstoffe, wie Spanplatten oder OSB-Platten verwendet. Die Bauweise zeichnet sich aus durch einen massiven Plattenquerschnitt oder aus kastenförmigen Bauteilen, die zu einem flächentragenden System zusammengefügt werden. Ein tragender Kern aus Massivholz oder Holzwerkstoffen bildet innerhalb der Massivholzbauweisen in jedem Fall das Haupttragwerk, während die Lastabtragung über Scheiben erfolgt. Eine weiteres wesentliches Merkmal ist die Außendämmung, die klar von der Tragstruktur getrennt ist. Die Produkte werden überwiegend von Herstellern unter eigenen Produktnamen angeboten, wodurch der Markt mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlichster Systeme, mit großen Unterschieden, bietet. Die traditionelle Form des Holzmassivbaus ist der **Blockbau**, der durch stabförmige, meist horizontal verlegte Hölzer aus massivem Fichten- oder Tannenholz geprägt ist. Der traditionelle Blockbau lässt sich sogar als Ursprung des Massivbaus betrachten, obwohl er in seiner Konstruktion und Gestaltung keine Ähnlichkeit mit dem heutigen Massivbau aufweist. Damit ein Bauwerk als **Massivholzbau** gilt, muss der Anteil massiven Holzes mindes-

tens 50 Prozent der Tragstruktur ausmachen und statisch als Platte oder Scheibe wirken. In der Massivholzbauweise erfolgt der Aufbau meistens stockwerkweise, wobei jedoch auch Konstruktionen mit durchgehenden Wänden und eingehängten Decken realisierbar sind. Diese Bauweise ermöglicht eine hohe und effiziente Lastabtragung, da die Gebäudeaussteifung durch das flächentragende System gewährleistet wird. Besonders die quer- und kreuzverleimten Systeme zeichnen sich durch eine hohe Maßstabilität aus. Da das Tragwerk, sowohl die Funktion der Raumbildung, als auch der Dichtungsbene erfüllt, sind weniger zusätzliche Bauteilschichten erforderlich. Zudem können Massivholzbauteile Feuchtigkeit aus der Raumluft aufnehmen, diese speichern und in trockeneren Phasen wieder abgeben, damit sorgen sie für ein ausgeglichenes Raumklima. Der Massivbau eignet sich hervorragend für das mehrgeschossige Bauen und wird nicht durch Raster oder Module eingeschränkt. Besonders Vollquerschnitte, die quer- oder kreuzweise verleimt sind, können außerdem hohe Lasten tragen.⁷⁷ Nachstehend werden die wichtigsten Ausführungen dargestellt, bestehend aus Brettstapel- und Brettsperrholzelementen, kreuzweise gedübelte Vollholzelemente, Holzwerkstoffe und zusammengesetzte Querschnitte:

Der **Brettstapelbau** besteht aus hochkant stehenden Brettern, oft als Holzlamellen bezeichnet, die durch kraftschlüssige Keilzinnenverbindungen auch in der Länge verbunden werden, um größere Formate zu erreichen. Durch Nägel oder Hartholzdübel werden die

Bretter untereinander verbunden, um Schubkräfte in Querrichtung und Einzellasten zu übertragen. Die Dicke der Brettstapelelemente hängt von den technischen Möglichkeiten der Vorfertigung, Transport- und Montagerichtlinien, sowie den statischen und bauphysikalischen Anforderungen und liegt üblicherweise zwischen 80 bis 240 mm.⁷⁸ Charakteristisch für diese Bauweise ist der integrale Aufbau der Bauteile, bei dem jede Schicht je nach Materialeigenschaften eine spezifische Funktion erfüllt. Eine außen liegende Beplankung oder die Verzahnung der Lamellen sorgt für eine luftdichte Ebene. Durch eine Elementfuge können Bewegungen durch Schwinden und Quellen aufgenommen werden, sodass die Breite des Elements bei Feuchteschwankungen konstant bleibt. Die Verarbeitungsqualität der Lamellen variiert je nach Anforderungen des Bauteils. Stoßverbindungen werden mit Nut- und Feder, Fremdfedern oder Holzwerkstoffstreifen durchgeführt. Die entstandenen Zuschnitte können oft wiederverwendet werden und sind dadurch besonders ressourcenschonend.⁷⁹

Brettsperrholzelemente (BSP/CLT) bestehen aus einer ungeraden Anzahl kreuzweise verleimter Holzlagen, in der Regel aus Fichten- oder Tannenholz. Durch den symmetrischen Aufbau dieser Lagen entsteht eine hohe Formstabilität der Elemente. Die kreuzweise Anordnung der Bretter erzeugt flächentragende Elemente, die sowohl in Längs- als auch in Querrichtung tragen können und je nach Belastung als Platte oder Scheibe wirken. Es wird zwischen einer Haupt- und einer Nebentragrichtung unterschieden, Tragstruktur

und Dämmebene sind dabei klar voneinander getrennt. Die übliche Plattenstärke von Brettsperrholz variiert je nach Hersteller und liegt üblicherweise zwischen 50 und 300 Millimetern.⁸⁰ Eckverbindungen werden in den meisten Fällen mit Vollgewindeschrauben ausgeführt. Bereits in der Vorfertigung können die Elemente zugeschnitten und Öffnungen für Fenster, Türen und Installationen eingefügt werden. Dies beschleunigt die Bauzeit und steigert die Präzision.⁸¹ Brettsperrholz findet vor allem im mehrgeschossigen Bau und bei großflächigen Konstruktionen Verwendung. Es eignet sich sowohl für Wände, Böden, Decken, als auch für Dachkonstruktionen und wird wegen seiner Tragfähigkeit und Formstabilität zunehmend auch im urbanen Wohnbau eingesetzt. **Kreuzweise gedübelte Vollholzelemente** bestehen aus einem etwa 60 bis 80 mm dicken Kern aus senkrecht stehenden Bohlen, auf den beidseitig mehrere Lagen Nadelholzbretter mit Dicken zwischen 20 und 50 mm horizontal, vertikal und diagonal gedübelt werden. Durch die kreuzweise, teils diagonale Anordnung der Bretterschichten bieten diese Elemente auch eine hohe Stabilität. Gedübelte Vollholzelemente werden hauptsächlich für Wandaufbauten eingesetzt. Der Wandaufbau umfasst zusätzlich zu den gedübelten Grundelementen eine außen liegende Dämmschicht und eine Fassadenverkleidung. Da dieses System in erster Linie das Holz zur Wärme- und Schalldämmung verwendet, sind die Elemente dicker als in den anderen Systemen. Die Dicke des Grundelements beträgt meist zwischen 150 und 400 mm und wird durch Holz-

faserplatten ergänzt. Ein alternativer Aufbau kann aus einem Grundelement von 150 oder 250 mm, Holzfaserverplatten von 80 bis 160 mm, einer Lattung von 30 mm und einer Außenverkleidung von 25 mm bestehen. Da die einzelnen Brettschichten nicht ausreichend luftdicht sind, ist eine zusätzliche Schicht zur Luftdichtung erforderlich. Auf der Innenseite können die Oberflächen entweder sichtbar belassen werden oder mit Massivholzverkleidungen oder flächigen Abdeckungen ergänzt werden. Hersteller gedübelter Vollholzelemente verzichten bei der Produktion vollständig auf Leim, Metall oder andere unnatürliche Verbindungsmittel, oder reduzieren deren Einsatz auf ein absolutes Minimum. Diese Bauweise ist daher besonders in nachhaltigen Bauprojekten gefragt, dementsprechend werden auch die Materialien für den weiteren Ausbau sorgfältig ausgewählt und häufig Holzfaserdämmstoffe und Massivholzschalungen für die zusätzlichen Bauteilschichten verwendet.⁸² Tragende und aussteifende Wandbauteile im Massivholzbau können außerdem aus ein- oder mehrschichtig verleimten Flachpressplatten oder OSB-Platten gefertigt werden. Mithilfe von Federn oder Falzverbindungen entstehen großformatige, geschosshohe Wandelemente. Bei Flachpressplatten beträgt die typische Dicke etwa 80 Millimeter. OSB-Platten mit einer Einzelstärke von 25 mm werden zu massiven Bauteilen verleimt, die mindestens drei- und höchstens zehnlagig sein können, somit eine Gesamtdicke zwischen 75 und 250 mm ergibt. Für den äußeren Wandaufbau, der Wärme- und Witterungsschutz bietet, werden auf die Außenflä-

chen entweder Wärmedämmverbundsysteme oder hinterlüftete Fassaden aufgebracht. Die Innenflächen der Wände oder Decken können tapeziert, gestrichen oder gefliest werden. Zudem sind werkseitig vorbereitete Kabelkanäle in den Platten möglich, alternativ werden die Leitungen in separaten Installationsschächten verlegt.⁸³ Im Massivholzbau finden außerdem **zusammengesetzte Querschnitte** in tragenden Elementen wie Wänden, Decken und Dachtragwerken Anwendung. Das Holz sollte dort eingesetzt werden, wo es unter statischen und konstruktiven Gesichtspunkten optimal genutzt werden kann. Dieser Ansatz führte zur Entwicklung von zusammengesetzten Massivholzbauteilen aus Brettern, Stegen, Leisten oder Lamellen. Die einzelnen Holzkomponenten sind je nach Belastung unterschiedlich dimensioniert und entsprechend horizontal oder vertikal ausgerichtet. Sie bieten eine besonders stabile und formfeste Bauweise und sind damit eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Bauweisen, insbesondere im mehrgeschossigen Holzbau oder bei Bauwerken mit hohen Belastungsanforderungen. Die Verbindung der Bauteile erfolgt in der Regel durch Verkleben. Solche zusammengesetzten Elemente können in Bezug auf die Lastabtragungsverhältnismäßig schlank gehalten werden. Je nach Hersteller erfolgt die Stabilisierung durch das Element selbst oder durch zusätzliche Verkleidungen oder Aussteifungsrippen. Die dabei entstehenden Hohlräume bieten Platz für die Wärmedämmung oder die Haustechnik.⁸⁴



Abb.79: Brettstapel mit Holzdübel



Abb.80: Brettstapel Massivholzelement



Abb.81: Brettstapel Decke



Abb.82: Brettsperrholz, verdübelt



Abb.83: Wandelemente aus Brettsperrholz mit Holz-Holz Verbinder



Abb.84: Brettsperrholz (BSP/CLT) Massivholzplatte

Holzrahmenbau

Der moderne **Holzrahmenbau**, der aus der Balloon-Frame- und Platform-Frame-Bauweise hervorgegangen ist, hat sich in den USA, Kanada und den skandinavischen Ländern längst als weit verbreitetes und bewährtes Bausystem etabliert. Auch hier in Mitteleuropa gewinnt der Holzrahmenbau zunehmend an Bedeutung. Die Tragkonstruktion besteht aus einem stabförmigen Traggerüst aus Kanhölzern, das durch eine ein- oder beidseitige Beplankung aus Holzwerkstoffplatten stabilisiert wird. Das Traggerüst übernimmt die vertikalen Lasten aus Dach und Decken, während die Beplankung die horizontalen Lasten, die durch Wind- und Stabilisierungskräfte entstehen, trägt. Ein zentrales Merkmal des modernen Holzrahmenbaus ist die Vorfertigung der Bauteile im Werk. Abhängig von der geplanten Gebäudenutzung werden verschiedene Wand-, Decken- und Dachaufbauten entworfen und als vorgefertigte Elemente produziert. Ähnlich wie bei der früheren Platform-Frame-Bauweise wird auch im Rahmenbau geschossweise geplant, hergestellt und die Montage durchgeführt. Die Herstellung erfolgt in Produktionshallen, die mit computergesteuerten Förder- und Produktionsanlagen ausgestattet sind, wodurch eine besonders präzise Fertigung ermöglicht wird. Für Transport und Montage werden leistungsfähige Hebe- und Transportmittel eingesetzt, die es heutzutage ermöglichen, deutlich größere Bauelemente zu entwickeln. Die Vorschriften des Straßenverkehrs begrenzen jedoch die maximalen Abmessungen der Bauteile, sodass bereits bei der Planung die Transportbedingungen berücksichtigt werden

müssen. Die Montage vor Ort erfolgt daraufhin in sehr kurzer Zeit, sodass in der Regel ein Einfamilienhaus innerhalb von ein bis zwei Tagen errichtet werden kann.⁸⁵ Die aussteifende Beplankung, meist auf der Innenseite der Wand, besteht aus Holzwerkstoffplatten, wie Dreischicht- oder OSB-Platten.⁸⁶ Die Grundrissgestaltung und die Rastermaße können flexibel gewählt werden, während die Anordnung der Tragkonstruktion im Gegensatz zum Skelettbau, üblicherweise im Kleinraster erfolgt. Der Holzrahmenbau ist aufgrund der Standardisierung von Querschnitten, Rastermaßen, Verbindungen und Ausführungsdetails ein einfaches Bausystem. Einmal erlernte Methoden und Erkenntnisse können bei jedem Projekt wiederholt angewendet werden.⁸⁷ Der **Holztafelbau** stellt eine spezielle Variante des Holzrahmenbaus dar, die insbesondere bei Fertiggbauten Anwendung findet. Konstruktiv ähnelt sie dem Holzrahmenbau, der Hauptunterschied liegt jedoch darin, dass die vorgefertigten Wandelemente, die sogenannten Holztafeln, auch als komplexe Außenwand mit zahlreichen Anschlüssen, inklusive Fenster- und Fassadenverkleidung, unter optimalen Bedingungen im Werk vorgefertigt werden.⁸⁸ Die Holztafeln bestehen aus Rahmen, Planken oder Platten, sowie Dämmmaterial, die als Fertigbauelemente vorbereitet und vor Ort dann nur noch zusammengefügt werden müssen. Das Ständerwerk, bestehend aus senkrechten Ständern, Rähm und Schwelle, wird durch eine ein- oder beidseitige Beplankung zu einer ausgesteiften Wandtafel. Die Ständer bestehen in der Regel aus Konstruktionsvollholz mit rechteckigem

Querschnitt und sind parallel zur Wandebene ausgerichtet. Die vertikalen Lasten werden über das Rähm in die Ständer abgeleitet und gelangen schließlich zur Schwelle. Die Beplankung schützt die Ständer vor dem seitlichen Ausknicken entlang ihrer schwachen Achse. Der typische Ständerabstand beträgt 62,5 cm, um die Beplankung möglichst effizient und mit minimalem Verschnitt anbringen zu können. Da kleinere Öffnungen leicht angepasst werden können, ist der Abstand der Ständer für die architektonische Planung oft nebensächlich.⁸⁹ Dieser Ansatz ermöglicht eine schnelle Errichtung des Gebäudes und wird deshalb besonders beim Bau von mehrgeschossigen Fertighäusern genutzt.⁹⁰ Die Holztafelbauweise gehört zu den am weitesten verbreiteten Wandkonstruktionen im Holzbau. Sie zeichnen sich nicht nur durch eine hohe Materialeffizienz bei der Lastabtragung aus, sondern können auch kostengünstig mit einer hohen Wärmedämmung ausgeführt werden. Bei Außenwänden wird die Dimensionierung des Ständerwerks häufig eher durch dämmtechnische Anforderungen, als durch statische Vorgaben bestimmt. Typische Querschnitte sind etwa 60/200 mm oder 60/240 mm für tragende Außenwände und 60/120 mm für tragende Innenwände. Ein typischer Aufbau einer Außenwand soll im Folgenden beschrieben werden: Für die Innenbekleidung, wird aus einer 10–20 mm Gipskarton-, Holzwerkstoffplatte oder einer Holzverschalung gewählt. Dahinter liegt eine 60 mm Installationsschicht und eine 20 mm OSB-Platte mit abgedichteten Fugen, welche als aussteifende, luft- und dampfdichte Schicht

wirkt. Das 200 mm breite Ständerwerk wird mit einer Zellulose-Einblasdämmung gefüllt, eine 20–60 mm dicke Holzweichfaserplatte reduziert zusätzlich Wärmebrücken. Abschließend wird eine diffusionsoffene Fassadenbahn eingesetzt und als hinterlüftete Fassade wird sich beispielsweise für eine Holzverschalung oder Plattenfassade entschieden.⁹¹



Abb.85: Holzrahmenbau



Abb.86: Holztafelbau

Skelettbau (Ingenieurholzbau)

Der moderne Holzskelettbau hat sich aus dem klassischen Fachwerkbau heraus entwickelt und gewinnt mit der zunehmenden Bedeutung des Holzbaus im mehrgeschossigen Bauen immer mehr an Relevanz. Diese Bauweise basiert auf einem Tragwerk aus senkrechten Stützen, horizontalen Trägern und Aussteifungselementen, die in einem regelmäßigen Raster angeordnet sind. Das Primärtragwerk integriert die Decken als Sekundärtragwerk, welche entweder aus Balkenlagen oder flächigen, vorgefertigten Bauelementen bestehen. Die raumbildenden Wände können unabhängig vom Tragwerk eingebaut werden, da sie keine Lasten tragen müssen. Dadurch sind großflächige Fenster- und Glasfronten problemlos umsetzbar. Im Vergleich zum traditionellen Fachwerkbau zeichnet sich der heutige Skelettbau durch größere Rasterabstände aus. Innen- und Außenwände lassen sich in beliebiger Anordnung und Ausführung in das Tragwerk integrieren. Der moderne Skelettbau mit seiner klaren Trennung zwischen tragender Konstruktion und raumabschließenden Wänden, hat sich konsequent weiterentwickelt. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist die große gestalterische Freiheit: Die Grundrissgestaltung bleibt variabel, da das Tragwerk und die raumabschließenden Wände statisch unabhängig voneinander sind, wodurch diese Bauweise besonders vielseitig und anpassungsfähig für unterschiedliche Anforderungen genutzt werden kann. Die Planung und Maßeinteilung erfolgt hierbei nach einem festen Raster. Das Holzskelett kann sowohl im Innenraum, als auch an der Außenfassade sichtbar bleiben oder vollständig verdeckt werden. Ein

hoher Vorfertigungsgrad ist bei den Wand-, Decken- und Dachelementen realisierbar und begünstigt eine schnelle Bauweise. Das Haupttragwerk, meist aus **Brettschichtholz (BSH)**, Vollholz oder Leimholz gefertigt, übernimmt die Lasten des Nebentragwerks und leitet diese in die Fundamente weiter.⁹² BSH findet vielseitige Anwendung bei stabförmigen Konstruktionen, insbesondere bei weit spannenden Tragwerken und großen Querschnitten. Es wird aus mehreren flachseitig miteinander verleimten Brettern oder Brettlamellen hergestellt, die faserparallel ausgerichtet sind. Die Bretter sind lagenweise gestoßen und durch Keilzinkungen verbunden, wodurch große Höhen der Bauteile realisierbar sind. Die maximale Größe wird lediglich durch die Herstellungs- und Transportbedingungen begrenzt.⁹³ Die horizontale Aussteifung des Gebäudes wird beispielsweise durch Holzwerkstoffplatten, Windrispenbänder oder Flachstahldiagonalen gewährleistet. Für die vertikale Aussteifung können Stahlkreuze, Holzwerkstoffplatten oder massive Einbauten, wie Treppenhäuser und Liftschächte, verwendet werden.⁹⁴ Die Holzskelettbauweise ermöglicht größere Spannweiten mit einer reduzierten Anzahl an Stützen im Vergleich zu anderen Bausystemen, wodurch es noch mehr Spielraum für eine flexible Grundrissgestaltung gibt. Immer mehr Bauherr:innen und Investor:innenn legen Wert auf Gebäude, die individuell geplant werden können und durch großzügige, sowie anpassungsfähige Grundrisse überzeugen. Diese Bauweise ist nicht nur ideal für Verwaltungs-, Industrie- und Gewerbebauten, sondern auch hervorragend

geeignet für Schulen und den Wohnungsbau. Außerdem lassen sich die Bauteile aufgrund ihres geringen Gewichts und ihrer überschaubaren Längen leicht transportieren, somit vereinfacht sich auch die Logistik. Diese Effizienz macht den Holzskelettbau besonders attraktiv für Projekte, bei denen Zeit- und Kostenersparnisse eine wichtige Rolle spielen.⁹⁵ Das Rastermaß kann bei der Planung individuell festgelegt werden. Bewährte Standardmaße für das Grundraster sind beispielsweise 2500 x 2500 mm, 5000 x 5000 mm und 6250 x 6250 mm. Mit zunehmender Größe des Grundrastersteigs steigt zwar der Holzverbrauch, jedoch sinken die Gesamtkosten, da diese maßgeblich von der Anzahl der Knotenpunkte beeinflusst werden. Knotenpunkte sind besonders kostenintensiv in der Herstellung, weshalb größere Rastermaße wirtschaftlich vorteilhafter sein können. Früher wurden traditionelle Holz-in-Holz-Verbindungen eingesetzt, die bis heute weiterentwickelt wurden. Im 20. Jahrhundert kamen Stahlverbindungen und Klebstoffe hinzu, die eine Vielzahl bewährter und innovativer Kombinationen ermöglichen. Meistens werden Stahlverbindungen gewählt, um eine präzise, stabile Konstruktion sicherzustellen.⁹⁶ Zudem gibt es verschiedene Konstruktionsarten, die sich in Bezug auf die Ausführung von Stützen, Trägern und Verbindungen unterscheiden. Die Wahl der passenden Bauweise richtet sich nach den architektonischen und gestalterischen Anforderungen, dem Grundraster und den zu erwartenden Belastungen. Daher empfiehlt es sich, zunächst ein Grundraster festzulegen und das Haupttragwerk grob zu dimensionieren, um daraus die geeignete Konstruktion abzuleiten.

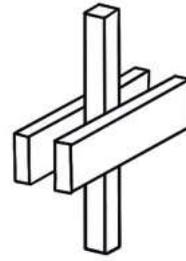


Abb.87: Stütze und Doppelträger

Im Folgenden werden die fünf gebräuchlichsten Konstruktionsarten näher erläutert. Das Konstruktionssystem aus **Stütze und Doppelträger** basiert auf einteiligen Stützen und zweiteiligen Durchlaufträgern, die das Haupttragwerk bilden. In der Regel werden die Decken als Nebentragwerk auf den Hauptträgern aufgelagert, wodurch eine relativ große Konstruktionshöhe der Geschosdecken erforderlich ist. Dieses Bauprinzip, auch als Zangenkonstruktion bekannt, wird aufgrund seiner einfachen Umsetzung und der damit verbundenen wirtschaftlichen Gesamtlösung häufig angewendet. Die außen oft sichtbaren doppelten Zangenköpfe sind ein charakteristisches Merkmal dieser Bauweise. Wanddurchdringungen sollten jedoch möglichst minimiert werden, deshalb entspricht diese Konstruktionsart weniger den heutigen Anforderungen.⁹⁷



Abb.88: Tamedia-Gebäude, Bausystem von Architekt Shigeru Ban entwickelt

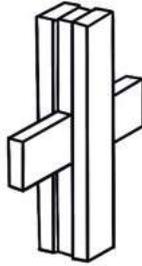


Abb.89: Doppelstütze und Träger

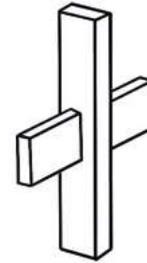


Abb.90: Gabelstütze

Die Konstruktionsart aus **Doppelstütze und Träger** wird durch einteilige Träger, mithilfe mechanischer Verbindungsmittel, mit durchlaufenden, zweiteiligen Stützen verbunden. Aufgrund der schlanken Dimensionierung der Stützen ist oft der Einbau von Füllhölzern erforderlich, welche als Auflager für die Hauptträger genutzt werden können. Bei erhöhten Brandschutzanforderungen sind durchgehende Füllhölzer ebenfalls notwendig, da die schlanken Stützen brandschutztechnisch eher von Nachteil sind. Das Sekundärtragwerk in der Geschosebene kann bündig zur Oberkante des Haupttragwerks angeschlossen werden, wodurch eine geringe Konstruktionshöhe erreicht wird. Diese Anordnung ermöglicht es bei schubbeanspruchten Deckenschalungen, die Kräfte direkt vom Sekundärtragwerk auf das Primärtragwerk zu übertragen. Die vertikalen Kräfte werden dabei über die Druckfläche des Füllholzes auf den Hauptträger übertragen und durch Stahlteile konstruktiv gesichert. Diese Bauweise wird häufig aufgrund ihrer gestalterischen Flexibilität eingesetzt, nachteilig ist jedoch, dass Hauptträger oft zwangsläufig durch die Außenwände führen müssen, es sei denn, die Außenwände werden außen vor dem Tragwerk angeordnet, um solche Durchdringungen zu vermeiden.⁹⁸

Eine weitere Konstruktionsart ist die Kombination aus **Gabelstütze mit Träger**. Das Haupttragwerk besteht aus einteiligen Durchlaufträgern, die je Geschoß auf den Stützen ruhen. Die Stützen werden über seitliche Gabeln, den Überlaschungen, miteinander verbunden. Diese Auflagerart ist eine einfache und effektive Methode, um Träger zu halten und vertikale Lasten abzuleiten. In mehrgeschossigen Gebäuden werden die Lasten der oberen Geschosse durch die seitlichen Laschen der Gabelstützen weitergeleitet. Daraus ergeben sich zwei Vorteile, einerseits wird das Schwind- und Quellverhalten über die gesamte Gebäudehöhe minimiert, da ausschließlich Längsholz übereinander angeordnet wird und zweitens besitzt Längsholz eine deutlich höhere Festigkeit als Querholz, wodurch größere Lasten sicher übertragen werden können. Es besteht auch die Möglichkeit, kreuzförmige Gabelstützen zu verwenden, oder rechteckige beziehungsweise quadratische Stützenquerschnitte einzusetzen, an welche die seitlichen Laschen, als zusätzliche Stützen, gefügt werden. Durch diese zusätzlichen Stützen entstehen kreuzförmige Querschnitte, die eine einfache Anbindung der Wände ermöglichen.⁹⁹

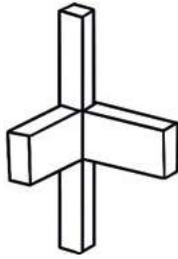


Abb.91: Stütze und anschließender Träger

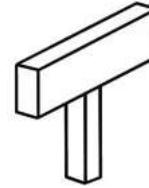


Abb.92: Stütze und aufliegender Träger

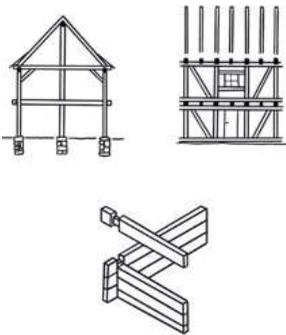
Das nächste Tragwerksystem eignet sich besonders für Bauwerke, bei denen das Tragwerk auf der Innenseite der Gebäudehülle liegt und die Außenwände anschließend von außen an das Tragwerk angebracht werden. Es besteht aus **Stützen** und zwischen den Stützen **anschliessenden Einfeldträgern**. Sowohl die horizontalen Träger, als auch die vertikalen Stützen, werden einteilig ausgeführt und befinden sich in derselben Ebene. Ein wesentlicher Vorteil dieser Bauweise liegt darin, dass Anschlüsse an die Stützen von allen vier Seiten, auf derselben Ebene möglich sind und sie damit viele Freiheiten bei der Gestaltung bietet. Zudem können die Träger in beliebiger Höhe angebracht werden, damit keine Durchdringungen der Gebäudehülle durch horizontale Tragelemente entstehen. Balkone und Vordächer werden als unabhängige Sekundärsysteme ausgeführt. Die Verbindung der Knotenpunkte kann über Blechformteile, Balkenstege oder Flachstahlplatten erfolgen. Dieses System kombiniert eine klare Struktur mit gestalterischer Freiheit und ermöglicht eine effiziente und funktionale Bauweise.¹⁰⁰

Als letzte Konstruktionsart der Skelettbauweise wird auf die **Stütze mit aufliegenderm Träger** eingegangen, die in eingeschossigen Flachdachbauten Anwendung findet. Die Träger können dabei entweder als Einfeld- oder Mehrfeldträger ausgeführt werden, während die Balken des Nebentragwerks an oder auf die Träger befestigt werden. Die Kräfte werden vom Hauptträger über die Querdruckfläche des Trägers, sowie über die Stirnfläche der Stütze, auf die Stütze übertragen. Zur konstruktiven Sicherung und zur Aufnahme von Kräften, die beispielsweise aus Windlasten resultieren, können Verbindungen wie Schlitz- und Zapfenverbindungen oder eingeleimte Gewindestangen eingesetzt werden. Diese Konstruktion gewährleistet eine stabile und effiziente Lastweiterleitung, die sich besonders für simple Bauwerke eignet.¹⁰¹

Holzbauweisen im Vergleich

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

**Ständerbau, Fachwerkbau
Blockbau**



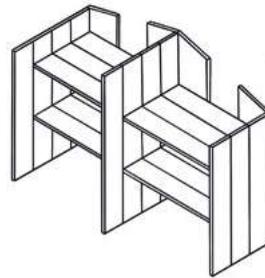
**Zusammenbau von
Einzelteilen**

**Holzskelettbau
(BSH)**

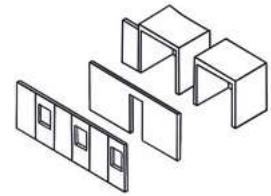


**Kombination aus Ele-
menten und Einzelteilen**

**Holzrahmenbau,
Holzmassivbau (BSP/CLT)**



**Vorgefertigte tragende
Elemente,
Wände und Decken**



**Vorgefertigte
Raumzellen**

gering

Vorfertigungsgrad

groß



Gestaltungsfreiheit

gering

groß

gering

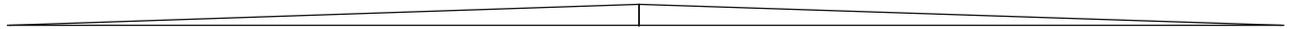


Abb.93: Holzbauweisen im Vergleich

Systeme	Skelettbau traditioneller Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau (BSP)
Im Produktionswerk, in der Sägerei	Herstellung der Bretter, Balken, Platten	Herstellung der Balken, Platten	Herstellung, Konfektionierung der Platten
Beim Holzbauer	Abbund Balken	Abbund Balken, Zuschnitt Platten, Zusammenbau zu Elementen	
Auf der Baustelle	Zusammenbau der Einzelteile	Montage der Elemente	Zusammenbau der Platten

Tab. 08: Ort der Fertigung

Systeme	Skelettbau traditioneller Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau (BSP)
Decken/Dächer		•	•
Tragende Wände		•	•
Nicht tragende Wände		•	
Wandartige Träger, Scheiben			•
Stabförmige Tragwerke	•	(•)	

Tab. 09: Anwendungsbereiche

Neue Höhen im Holzbau

In den letzten Jahren verzeichnet das mehrgeschossige Bauen mit Holz beeindruckende Fortschritte. Während die Bauvorschriften in Mitteleuropa im 20. Jahrhundert meist nur drei Geschosse zuließen, setzt das erste siebenstöckige Holzgebäude in einem urbanen Umfeld, das Wohn- und Geschäftshaus E3 der Architekt:innen Kaden Klingbeil im Jahr 2007 neue Maßstäbe für den mehrgeschossigen Holzbau. Die geltende Berliner Bauordnung begrenzt Holz als tragendes Material auf Gebäude mit einer maximalen Geschosshöhe von 13 Metern. Durch gezielte Kompensationsmaßnahmen konnten die Architekt:innen jedoch eine Genehmigung für das siebenstöckige Gebäude erhalten. Der Entwurf kombiniert innovative Brandschutzlösungen mit flexiblen Wohnkonzepten, es verfügt über ein freistehendes Treppenhaus aus Stahlbeton, das rauchfrei bleibt und gleichzeitig eine dritte Belichtungsseite für die Wohnungen schafft. Die Grundrisse sind weitgehend frei gestaltbar, da nur zwei Stahlbetonschächte, als tragende und aussteifende Elemente, vorgegeben sind. Stützen aus Brettschichtholz in der Fassadenebene ermöglichen stützenfreie, offene Wohnflächen, während Massivholzwände die Struktur ausfachen. Die Brettstapeldecken mit sichtbarer Holzuntersicht und Aufbeton sorgen für zusätzliche Stabilität.¹⁰²



Abb.94: E3 Brettschichtholz Stützen



Abb.95: E3 Fassadenkonstruktion



Abb.96: E3 Brettstapeldecke

2011 und 2012 folgten mit dem H8 in Bad Aibling und dem LifeCycle Tower in Dornbirn jeweils achtgeschossige Holzgebäude nahe der Hochhausgrenze. Das H8 besteht, abgesehen vom Treppenhauskern, der aus brandschutztechnischen Gründen in Beton gefertigt wurde, vollständig aus Holz. Der zuvor entwickelte Prototyp der Architekt:innen für einen viergeschossigen Holzbau wurde gemeinsam mit der Holzbaufirma zu einem massiven Wand- und Tragsystem weiterentwickelt, das auch den Anforderungen des Brandschutzes entspricht. Die Holzaußenwände, inklusive Fenster und Fassadenbekleidung, wurden als vorgefertigte Blockständer-Elemente konstruiert. Sie bestehen aus Vollholzstielen, die beidseitig mit Plattenwerkstoffen beplankt und durch Steinwolle gedämmt sind. Die abschließende Gebäudehülle kombiniert vertikale Holzschalungen mit Putzflächen. Die Geschosdecken bestehen aus Brettstapelelementen, die mit Schüttung, Trittschalldämmung und Estrich versehen wurden. Das Gebäude gehört mit einer Traufhöhe von knapp 25 Metern zur Gebäudeklasse 5 gemäß der Musterbauordnung (MBO). Damit sind feuerbeständige Konstruktio-

nen und spezielle Anforderungen an die Baustoffe vorgeschrieben. In Zusammenarbeit mit Forscher:innen der TU München, der FH Rosenheim, dem ift Rosenheim und der Materialprüfanstalt Leipzig wurde ein umfassendes Brandschutzkonzept entwickelt, das alle statischen, brand- und schallschutztechnischen Aspekte berücksichtigt. Alle tragenden Bauteile erfüllen die Feuerwiderstandsklasse F90 und K₂60, das bedeutet, dass die Brandschutzbekleidung das darunterliegende Holz mindestens 60 Minuten schützt. Tragende Bauteile wurden mit nicht brennbarer Steinwolldämmung und Gipsfaserplatten verkleidet, um einer Brandbelastung von außen standzuhalten. Raumseitig kommen Gipsfaserplatten der Klasse F120 zum Einsatz, die als nicht brennbar eingestuft sind. Besonderes Augenmerk galt den Übergängen zwischen gekapselten und nicht gekapselten Bauteilen, um das Risiko von Einbrand zu minimieren. Hier wurden Brandschutzdichtschnüre und Steinwoll-Dämmstreifen eingesetzt, um eine dichte und feuerresistente Verbindung zu gewährleisten. Ein zentraler Bestandteil des Brandschutzkonzepts ist das Treppenhaus aus Beton, das durch die Laubengänge von den Wohneinheiten getrennt ist. Diese Trennung verhindert, dass Rauch oder Feuer aus einer brennenden Wohnung ins Treppenhaus gelangen und sichert den Rettungsweg.¹⁰³



Abb.97: H8 Massivholzkonstruktion



Abb.98: H8 Treppenhaus



Abb.99: H8 Laubengang



Abb.100: H8 Fassade

Eines der höchsten Holzhochhäuser der Welt befindet sich in der Seestadt Aspern, in Wien. Das HoHo Wien gilt als Meilenstein des modernen Holzbaus und setzt mit einer Höhe von 84 Metern und 24 Stockwerken neue Standards für nachhaltiges Bauen und zeigt, dass es ernsthafte Alternativen zu Stahl und Beton auch im Hochhausbau gibt.¹⁰⁴ Die Expansion des Holzbaus in neue Marktbereiche stellt auch die Holzbaubetriebe vor neue Herausforderungen, optimierte Fertigungstechniken verändern die Herstellungsverfahren stark und sind traditionellen Methoden weit voraus. Mit dem zunehmenden Interesse am Holzbau steigt auch kontinuierlich die wissenschaftliche Forschung, die sich mit dem Material auseinandersetzt. Es bleibt die Frage, ob die Höhe neuer Holzbauten wirklich das Maß für den Fortschritt im Holzbau sein sollte. Dennoch zeigen die Beispiele, dass mehrgeschossiges Bauen mit Holz mittlerweile fest etabliert ist und auch die Bauvorschriften entwickeln sich zunehmend holzfreundlich. Holzbau scheint nun endgültig seinen Platz im modernen Bauwesen gefunden zu haben.

Kapitel

4

NATÜRLICHE VS. KONVENTIONELLE BAUTEILE

Ressourcen- und Energieeffizienz	76
Massivholzwand vs.	78
Massivbetonwand	80
Ökologische Trockenbauwand vs.	84
Gipskartonwand	88

Ressourcen- und Energieeffizienz

Das nachfolgende Kapitel ist der letzte Teil der Recherche, die im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurde. Es sollen Bauteile aus natürlichen Materialien mit konventionellen Bauteilen gegenübergestellt werden und hinsichtlich ihrer Ressourcen- und Energieeffizienz, genauer gesagt dem U-Wert, der Dämmwirkung, ihrer grauen Energie und der jeweiligen Recyclingfähigkeit, verglichen werden.

Der **U-Wert**, auch Wärmedurchgangskoeffizient [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] genannt, dient zur Bewertung der wärmeschutztechnischen Qualität von Bauteilen wie Dach, Wand, Fenster oder Bodenaufbau. Er dient dem Vergleich der energetischen Eigenschaften von Bauteilen, die beheizte Innenräume von Außenbereichen oder unbeheizten Räumen trennen. Der U-Wert wird zur Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden herangezogen und bildet die Grundlage für deren energetische Bewertung. Er spielt eine wichtige Rolle bei der Einhaltung von Standards und der Planung energieeffizienter Gebäude. Bauphysikalisch beschreibt der U-Wert den Wärmestrom, der innerhalb einer Stunde durch eine 1 m^2 große Fläche eines Bauteils fließt, wenn die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen konstant 1 Kelvin beträgt. Der U-Wert wird durch die Eigenschaften der verbauten Materialien bestimmt, insbesondere durch die Schichtstärke [m], der Wärmeleitfähigkeit (λ) [W/mK], sowie durch die Wärmeübergangswiderstände R_{si} an der Innen- und R_{se} an der Außenseite des Bauteils.¹⁰⁵ Ein niedriger U-Wert steht für eine gute Dämmwirkung, wodurch an kalten Wintertagen nur wenig Wärme durch das Bauteil entweicht.

Ein hoher U-Wert hingegen deutet auf eine schlechtere Dämmung hin, sodass das Gebäude mehr Wärme an die kalte Außenluft verliert. Dämmstoffe sind ein zentraler Bestandteil des energieeffizienten Bauens und des Wärmeschutzes. Ihre Rohdichte [kg/m^3] und die daraus resultierende Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] sind entscheidende Kennwerte zur Beurteilung ihrer **Dämmwirkung**, je geringer die Rohdichte und der λ -Wert, desto besser ist das Dämmvermögen.¹⁰⁶ **Graue Energie** bezeichnet die Primärenergie, die für die Errichtung eines Gebäudes aufgewendet wird. Sie umfasst den Energiebedarf für die Materialgewinnung, die Herstellung und Verarbeitung von Bauteilen, den Transport von Materialien, Bauteilen, Maschinen und Arbeitskräften zur Baustelle, den Einbau der Bauteile, sowie deren spätere Entsorgung. Sie umfasst alle indirekten Energieaufwendungen, die nicht während der eigentlichen Nutzung des Produkts anfallen, sondern bereits vor- und nachgelagert sind. Die graue Energie eines Gebäudes kann durch den Einsatz regionaler Materialien und ressourcenschonende Bauweisen deutlich reduziert werden.¹⁰⁷ Die **Recyclingfähigkeit** bezeichnet die Wiederverwendung von Materialien für eine neue Nutzung, nachdem sie bereits beim Bau und Betrieb eines Gebäudes eingesetzt wurden. Dabei wird ein Abfallprodukt in einen Sekundärrohstoff umgewandelt. Im Kontext des nachhaltigen Bauens sollte beim Abbruch von Gebäuden ein möglichst hoher Recyclinganteil angestrebt werden. Dies setzt bereits in der Planungsphase, insbesondere bei der Auswahl der Materialien, die Berücksichtigung

einiger Aspekte voraus. Der Einsatz homogener Baustoffe vereinfacht deutlich das Recycling, denn je weniger unterschiedliche Materialien verwendet werden, desto weniger komplex sind auch deren Entsorgungswege. Leicht trennbare Materialien und Verbindungen ermöglichen eine sortenreine Trennung und je sortenreiner die Materialien getrennt werden können, desto besser ist ihre Wiederverwendbarkeit. Schadstofffreie, recycelbare Baustoffe verlängern den Materialkreislauf und verbessern damit auch die Wirtschaftlichkeit. Materialien oder Bauteile, die nicht mehr benötigt werden, können an anderer Stelle direkt weiterverwendet werden, ohne dass sie zerstört oder entsorgt werden müssen. Reststoffe, die nicht für das Recycling geeignet sind, können als Brennstoff zur Energiegewinnung oder als Füllmaterial verwendet werden. Materialien ohne Verwertungskonzept werden einfach entsorgt, während schadstoffbelastete Materialien oder Bauteile zuvor speziell behandelt und danach entsorgt werden. Durch die Berücksichtigung dieser Ansätze und Vorgaben kann der Ressourcenverbrauch reduziert, die Umwelt geschont und der Lebenszyklus von Baumaterialien verlängert werden.¹⁰⁸

Abb.101: Abbruch Gebäude



Massivholzwand vs.

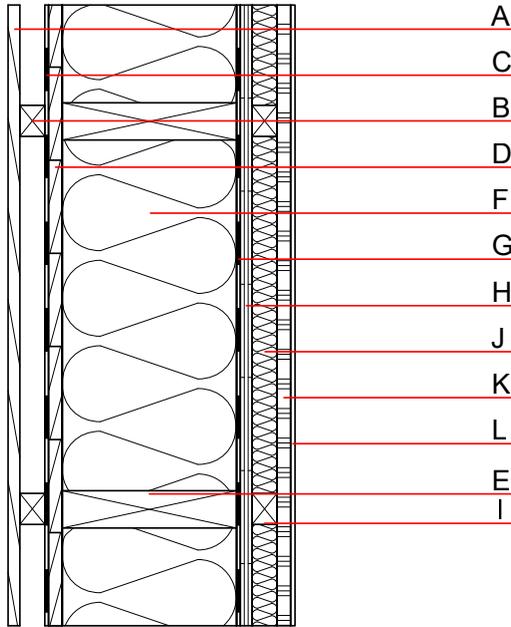


Abb.102: Detailzeichnung massive Holzaußenwand

	Dicke [mm]	Baustoff
A	19,0	Holzfassade Fassade
B	40,0	Holz Fichte (Hinterlüftung)
C		Windbremse $s_d \leq 0,3m$ (Baupapier)
D	24,0	Holzschalung Fichte Diagonalschalung
E	280,0	Konstruktionsholz (60/..;e=625)
F	280,0	Zellulosefaser [038; 50]
G		Dampfbremse $s_d \geq 6m$
H		-variierbarem Baustoff
I	40,0	Holz Fichte Lattung vertikal
J	40,0	Schafwolle [040; 30]
K	22,0	Lehmplatte gem. DIN 18948
L	5,0	Lehmputz (mit Glasarmierungsgewebe)

Tab. 10: Wandaufbau Holzmassivaußenwand

Die ausgewählte Wandkonstruktion hat eine ausgezeichnete ökologische Bilanz und eignet sich besonders für nachhaltiges, kreislauffähiges Bauen. Die Außenwandkonstruktion awrhi17a ist eine hinterlüftete Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise mit Installationsebene und Schalung, bestehend aus einer tragenden Holzkonstruktion, Schafwolle als Dämmung und Lehm als Plattenwerkstoff und Putz an der Innenseite der Außenwand. Diese Konstruktion erreicht einen sehr guten Wärmedurchgangskoeffizienten, mit einem **U-Wert von 0,13 W/(m²K)**

und entspricht damit den höchsten Wärmeschutzanforderungen. Sie bietet einen Schallschutzwert von 46 dB mit Korrekturwerten von -2 dB und -7 dB, das entspricht einer guten Schallschuldämmung. Die Brandwiderstandsklasse beträgt REI 60 von Innen und REI 30 von Außen, das bedeutet, dass die Wand von der Innenseite her 60 Minuten und von der Außenseite her 30 Minuten feuerbeständig ist. Die ökologische Bewertung ergibt einen $\Delta OI3$ -Wert von 16,90 und die Masse der Konstruktion beträgt 80,2 kg/m².¹⁰⁹ Der ausgewählte Wandauf-

bau weist eine sehr geringe graue Energie auf, da ausschließlich natürliche und recycelbare Materialien verwendet werden. Das Fichtenholz der Fassade, Lattung, Schalung und der Konstruktion hat eine sehr geringe graue Energie, da Holz nachwachsend ist, pro Kubikmeter Holz etwa eine Tonne CO₂ gespeichert wird und dessen geringer Energieaufwand hauptsächlich durch Verarbeitung und Transport entsteht. In Österreich ist fast die Hälfte der Landesfläche von Wald bedeckt. Je nach Baumart kann es jedoch bis zu 100 Jahre dauern, bis das Holz als Baumaterial genutzt werden kann. Dem entgegen zu stellen ist aber, dass massive Holzhäuser eine Lebensdauer von weit über einem Jahrhundert haben. Der geringe Energieaufwand für die Verarbeitung ist deutlich niedriger als bei der Herstellung von Mauerziegeln, Stahl, Glas oder Beton. Bleibt das verarbeitete Holz naturbelassen, kann es erneut als Baumaterial oder Brennstoff verwendet werden oder auf natürliche Weise verrotten. Aus ökologischer und baubiologischer Sicht ist es empfehlenswert, Bauholz nur aus regionaler, nachhaltig bewirtschafteter Forstwirtschaft zu verwenden, beispielsweise Fichte, Kiefer, Buche, Eiche oder Ahorn. Dadurch werden lange Transportwege und die damit verbundenen Umweltbelastungen vermieden.¹¹⁰ Schafwolle ist biologisch abbaubar und hat daher ebenfalls eine sehr geringe graue Energie. Dämmstoffe aus Schafwolle werden aus heimischer, unbehandelter Schafschurwolle oder wiederaufbereiteter Altwolle hergestellt. Nach dem Waschen und Entfetten ist sie vielseitig einsetzbar. Für Dämmplatten wird die Wolle entweder thermisch mit Kunstfasern verfestigt oder mechanisch nadelverfilzt. Im Gegensatz zu Baumwolle besteht Schafwolle aus der Eiweißfaser Keratin und benötigt daher einen

Schutz vor Mottenbefall. Sie bietet eine ausgezeichnete Wärmedämmung im Winter und schützt zugleich vor Hitze im Sommer. Zudem ist sie diffusionsoffen, schwer entflammbar und reguliert sehr gut Feuchtigkeit, ohne an Dämmwirkung zu verlieren. Darüber hinaus kann sie Schadstoffe wie Formaldehyd binden und unangenehme Gerüche neutralisieren. Unter normalen Bedingungen ist Schafwolle über viele Jahre haltbar, solange sie nicht dauerhaft intensiver UV-Strahlung oder anhaltender Feuchtigkeit ausgesetzt wird. Da sie ohne gesundheitsschädliche Chemikalien verarbeitet werden kann, ist sie vollständig recycelbar und kompostierbar.¹¹¹ Wie bereits angesprochen sind auch Lehmbaustoffe, sowohl aus ökologischer, als auch gesundheitlicher Sicht, äußerst empfehlenswerte Baustoffe. Lehm kann ohne zusätzlichen Energieaufwand, unbehandelt und allein durch die Zugabe von Wasser in verschiedene Formen gebracht werden. Durch erneute Wasserzugabe kann er jederzeit wiederaufbereitet und neu geformt werden. Er gilt dadurch als Vorzeigebispiel für die Wiederverwertbarkeit. Auch der Energieaufwand für die mechanische Verarbeitung und den Transport von Lehm-Fertigprodukten, wie Lehmbauplatten, ist vergleichsweise gering. Um die Wärmedämmung von Lehmbauteilen zu verbessern, können organische Zuschlagstoffe wie Stroh, Holzspäne oder Kork, sowie mineralische Zusatzstoffe wie Blähton, Blähglas, Perlite oder Bims beigemischt werden.¹¹² Die Trocknung von Lehmputzen erfordert außerdem weniger Energie als bei Zement oder Gips. Lehmputz härtet allein durch Lufttrocknung aus, indem das enthaltene Wasser verdunstet, Zement- und Gipsputze hingegen benötigen für ihre Aushärtung eine chemische Reaktion, die Hydratation, die zusätzliche Energie erfordert.¹¹³

Massivbetonwand

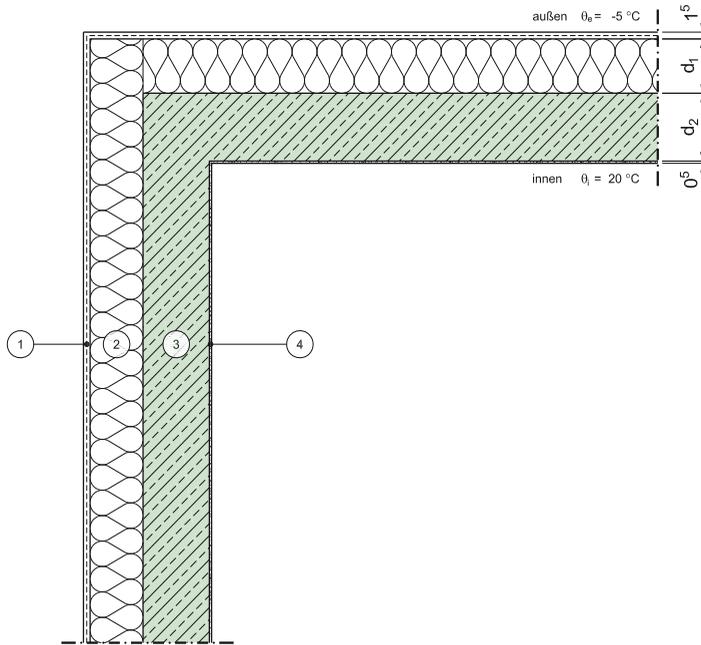


Abb.102: Detailzeichnung massive Betonaußenwand

	Dicke [mm]	Baustoff
1	15	Außenputzsystem
2	140	EPS Wärmedämmung
3	150	Stahlbeton
4	5	Innenputz

Tab. 11: Wandaufbau Betonmassivaußenwand

Dieser konventionelle Wandaufbau mit einer Kombination aus Stahlbeton und einem Wärmedämmverbundsystem erfüllt moderne Energieeffizienz- und Schallschutzanforderungen. Der **U-Wert von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$** ist sehr gut und entspricht den Anforderungen für moderne, energieeffiziente Gebäude, wie Niedrigenergie- oder Passivhäuser. Die Dämmung hat eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,022 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ und bietet daher eine hervorragende Wärmedämmung. Die tragende Schicht aus Stahlbeton hat eine höhere Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 2,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Das bedeutet, dass der Stahlbeton Wärme leichter durchlässt, wird in diesem Fall aber durch die vorgelagerte Dämmschicht stark ausgeglichen.¹¹⁴ Normalbeton weist mit einer hohen Rohdichte von etwa $2.400 \text{ kg}/\text{m}^3$ nur eine geringe Dämmwirkung auf, bietet je-

doch einen sehr guten Schallschutz¹¹⁵, eine hohe Tragfähigkeit und schützt vor äußeren mechanischen Einflüssen. Seine vielseitigen Eigenschaften machen diesen Baustoff aktuell unverzichtbar. Er ist kostengünstig in der Herstellung, leicht zu verarbeiten, kann in nahezu jede Form gegossen werden, ist äußerst langlebig und bietet die nötige Stabilität für Gebäude und Infrastrukturen. Nach Wasser ist Beton das weltweit am häufigsten genutzte Material. Beton und Stahl sind jedoch im Allgemeinen nicht besonders biologisch vertretbar, da sie bei ihrer Herstellung CO_2 und andere Schadstoffe freisetzen. Die essenzielle, problematische Komponente dabei ist Zement, dieser sorgt dafür, dass Beton aushärtet. Zur Zementherstellung werden Kalkstein und Ton auf 1.450°C erhitzt. Der dabei entstehende

Zementklinker wird anschließend fein gemahlen, wobei Gipsstein oder Anhydrit zugesetzt werden. Aufgrund dieses energieaufwendigen Prozesses zählt Zement zu den Grundstoffen mit besonders hohen Produktions- und Emissionswerten.¹¹⁶ Die Zementindustrie ist für etwa 8 % der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich und verursacht damit fast dreimal so viele Emissionen wie der globale Luftverkehr:

„Wäre die Zementindustrie ein Land, würde sie fast so viel CO₂ in die Atmosphäre blasen wie ganz Indien.“¹¹⁷

Wird ein Betonbau abgebrochen, kann das Material nicht nur entsorgt, sondern auch recycelt werden. Der Recyclingprozess kann entweder durch die vollständige Wiederverwendung von Bauteilen erfolgen, beispielsweise bei der zirkulären Nutzung von Stützen, Trägern oder durch das Aufbereiten des Abbruchmaterials, das dann in der Herstellung von neuen Baustoffen oder Straßenbelägen Verwendung findet. Das Abbruchmaterial wird zerkleinert und gesiebt, wodurch Betonsplinter und Betonbrechsand entstehen. Beim Festbetonrecycling wird Zement erneut als Bindemittel eingesetzt. Die Rezyklierbarkeit von Beton wird zunehmend gefördert, um die Umweltbelastung zu minimieren und Ressourcen zu schonen.¹¹⁸ Ein WDVS besteht hauptsächlich aus einer Wärmedämmung, die mit Klebemörtel auf der Außenwand befestigt wird. In die Oberfläche wird dann ein Gittergewebe in Klebemörtel eingebettet, um darauf den Außenputz aufbringen zu können.¹¹⁹ Für Stahlbetonwände mit Wärmedämmverbundsystem ist der meistverwendete Dämmstoff EPS, gleich Styropor, da er günstig und effizient ist. EPS hat bei der Dämmung eine niedrige Wärmeleitfähigkeit von bis zu

$\lambda = 0,032 \text{ W/mK}^{120}$ und eine geringe Rohdichte, diese variiert je nach Typ und Anwendung, liegt jedoch typischerweise zwischen 10 kg/m^3 und 30 kg/m^3 , wodurch er ein technisch gut geeigneter Dämmstoff ist. Die Masse der Konstruktion aus 15 cm dickem Stahlbeton und einem 14 cm dicken EPS-Wärmedämmverbundsystem, basierend auf den Dichten der verwendeten Materialien, ergibt ca. 360 kg/m^2 .¹²¹ Expandiertes Polystyrol (EPS) wird jedoch aus Erdöl hergestellt, wobei Reinstyrol durch Destillation gewonnen wird. Dieses wird anschließend durch Polymerisation zu Polystyrol verarbeitet. Danach erfolgt die Expansion zu EPS mit dem Treibmittel Pentan, gefolgt von einer Weiterblähung mittels Wasserdampf und der Verschweißung der Partikel zu einem Schaumstoffgefüge. Am Ende werden die Blöcke zu Platten zurechtgeschnitten. EPS ist unverrottbar, resistent gegen Säuren und Alkalien, jedoch nicht beständig gegen Lösungsmittel und UV-Strahlung. Es ist fäulnisresistent, hat eine geringe Sorptionsfähigkeit, ist schwer entflammbar und wird der Brandklasse B1 zugeordnet. Die Graue Energie für die Herstellung von Polystyrol EPS beträgt ca. 105 MJ/kg . Der größte Teil dieser Energie wird durch die Produktion von Styrol verursacht, während die anderen Herstellungsschritte eine geringere Rolle spielen. Bei der Verarbeitung von EPS mit Heißdraht entstehen giftige Dämpfe und auch im Falle eines Brandes entstehen giftige Rauchgase. EPS sollte durch Abfallverbrennungsanlagen entsorgt werden, wobei es als Sonderabfall deponiert wird, gebrauchte Dämmstoffe haben derzeit nur eingeschränkte Verwertungsmöglichkeiten. Ein wesentliches Problem für die ökologische Bilanz von EPS ist das Flammschutzmittel HBCD, das als persistent, bioakkumulierend und toxisch gilt. Solan-

ge HBCD weiterhin in EPS-Produkten verwendet wird, sollte wenn möglich auf alternative, umweltfreundliche Dämmmaterialien zurückgegriffen werden.¹²² Bei einer höheren Belastung und bei benötigtem Feuchteschutz wird aktuell meistens extrudiertes Polystyrol (XPS), bzw. Styrodur, eingesetzt. Die Wärmeleitfähigkeit ist ebenfalls sehr gut bei $\lambda = 0,030\text{--}0,035$ W/(mK). XPS hat eine höhere Druckfestigkeit als EPS, ist wasserabweisend und somit ideal für Sockelbereiche. XPS ist ein ökologisch problematischer Dämmstoff und wird ebenfalls aus Erdöl und teilweise aus Erdgas hergestellt. Der Produktionsprozess beginnt mit der Polymerisation von Styrol, das anschließend in einem Extruder mit einem Treibmittel zu Polystyrol verarbeitet wird. Die poröse Struktur von XPS sorgt für eine niedrige Wasseraufnahme und trägt zur dauerhaften Wärmedämmwirkung bei. XPS besteht zu 98 % aus Gas und zu 2 % aus Polystyrol. Der größte Teil der Grauen Energie wird durch die Herstellung von Styrol und dessen Polymerisation verursacht, während die Energiekosten für Flammschutzmittel, Treibgase und Zusatzstoffe vergleichsweise gering sind. Die Primärenergie liegt mit ca. 4000 MJ/m³ bei einer Rohdichte von 37 kg/m³ im Vergleich zu anderen Dämmstoffen überdurchschnittlich hoch. Die Styrolproduktion verursacht jährliche Emissionen von mehreren tausend Tonnen. Als Treibmittel wird hauptsächlich CO₂ verwendet, das FCKW und HFCKW ersetzt hat, da diese Treibmittel sind nicht mehr zulässig sind. Einige XPS-Produkte verwenden jedoch weiterhin HFKW, was zu höheren Treibhausgasemissionen führt. Für den Flammschutz wird ebenfalls toxisches HBCD eingesetzt, deshalb sollte XPS ausschließlich durch kontrollierte Verbrennung entsorgt werden, um die schädlichen Treibmittel zu vernichten. Bei

der Verbrennung können etwa 40 % der eingesetzten Energie als Heizwert zurückgewonnen werden.¹²³ Bei den Deckputzen schneiden die mineralischen Varianten am besten ab. Ab einer Dämmstoffdicke von 80 mm sind rein mineralische Putze jedoch einer erhöhten Rissgefahr ausgesetzt. Deshalb werden meistens Kunstharzputze, oder auch Silikatputze eingesetzt, welche sehr widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse sind. Emissionen und Abfälle entstehen vor allem bei der Herstellung. Kunststoffputze bestehen größtenteils aus mineralischen Füllstoffen wie Quarz, Kalkstein oder Marmorsand, ihre Ökologie wird jedoch von den organischen Bindemitteln geprägt, deren Herstellung einen hohen Energieaufwand erfordert, da sie aus Erdöl gewonnen werden. Dieser hohe Energieeinsatz bei der Produktion von Kunststoffputzen ist im Vergleich zu rein mineralischen Produkten etwa 5- bis 6-mal so hoch. Kunststoffputze können Emissionen aus den enthaltenen Kunststoffen und Lösemitteln freisetzen. Wässrige Dispersionen haben in der Regel geringere Emissionen. Kunststoffputze sind im langfristigen Einsatz als Deckputz für WDVS problematisch, da die Materialeigenschaften der Kunststoffbindemittel empfindlich auf Temperaturänderungen reagieren. Die Alterung der Kunststoffe führt zu Versprödung, wodurch insbesondere an sonnigen Fassaden die Rissgefahr steigt. Bei Innenputzen gibt es zwar keine Rissbildung, aber es können Emissionen von Kunststoffen und Lösemitteln freigesetzt werden. Die ökologische Bewertung von Kunststoffputzen ist schwierig, da sie stark von der Menge und Art der verwendeten Kunststoffe und Lösemittel abhängt. Der hohe Energieverbrauch bei der Herstellung und die Unklarheiten hinsichtlich der Entsorgung und des Recyclings von Kunststoffputzen machen

diese auf lange Sicht weniger vorteilhaft als mineralische Alternativen. Allerdings sind gerade Putz- und Anstrichwahl immer von der Dämmstoffwahl abhängig und aus Gewährleistungsgründen muss das Wärmedämmverbundsystem, einschließlich Kleber, Putz und Anstrich, immer aus einer Herstellerhand stammen.¹²⁴

Fazit

Der Vergleich zwischen der natürlichen Wandkonstruktion mit Holzrahmen, Schafwolle, Lehm und einer konventionellen Wandkonstruktion mit Stahlbeton und Wärmedämmverbundsystem zeigt signifikante Unterschiede in ökologischer und baulicher Hinsicht. Die natürliche Wandkonstruktion bietet eine ausgezeichnete ökologische Bilanz, da sie fast ausschließlich aus nachwachsenden, recycelbaren und biologisch abbaubaren Materialien besteht. Sie zeichnet sich durch eine sehr gute Wärmedämmung, einer guten Schalldämmung und hoher Feuerbeständigkeit aus, während die graue Energie minimal ist. Das Fichtenholz ist ein nachwachsender Rohstoff, der CO₂ speichert, Schafwolle und Lehm zeichnen sich durch den geringen Energieaufwand in der Herstellung und ihrer hervorragenden ökologischen Eigenschaften aus. Diese Konstruktion ist besonders

nachhaltig und sehr gut für kreislaufgerechtes Bauen geeignet. Die konventionelle Stahlbeton-Wandkonstruktion mit einem Wärmedämmverbundsystem aus EPS bietet eine sehr gute Wärme- und Schalldämmung, erfüllt die Anforderungen moderner Gebäudeenergieeffizienz und ist im Vergleich zu anderen Materialien sehr langlebig und stabil. Allerdings ist die ökologische Bilanz sehr viel schlechter. Die Herstellung von Stahlbeton, insbesondere Zement, verursacht hohe CO₂-Emissionen und einen hohen Energieaufwand. Auch EPS und XPS, die typischen Dämmmaterialien, haben einen hohen Energieverbrauch in der Produktion, vor allem durch die Herstellung aus Erdöl und Erdgas. Zudem sind XPS und EPS problematisch hinsichtlich ihrer Entsorgung und enthalten oft schädliche Flammschutzmittel, die umweltschädlich sind. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die natürliche Wandkonstruktion hinsichtlich Ökologie, Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit klare Vorteile bietet. Die konventionelle Wandkonstruktion ist zwar technisch und wirtschaftlich sehr gut geeignet, bietet jedoch langfristig keine guten ökologischen Werte, insbesondere aufgrund des hohen Energieverbrauchs und der Emissionen bei der Herstellung von Beton und Kunststoffdämmstoffen.

	Massivholzwand mit Schafwolle und Lehm	Massivbetonwand mit WDVS
U-Wert	0,13 W/(m ² K)	0,15 W/(m ² K)
Wandstärke	43 cm	31 cm
Masse Konstruktion	80,2 kg/m ²	360 kg/m ²

Tab. 12: Vergleich Außenwände

Ökologische Trockenbauwand vs.

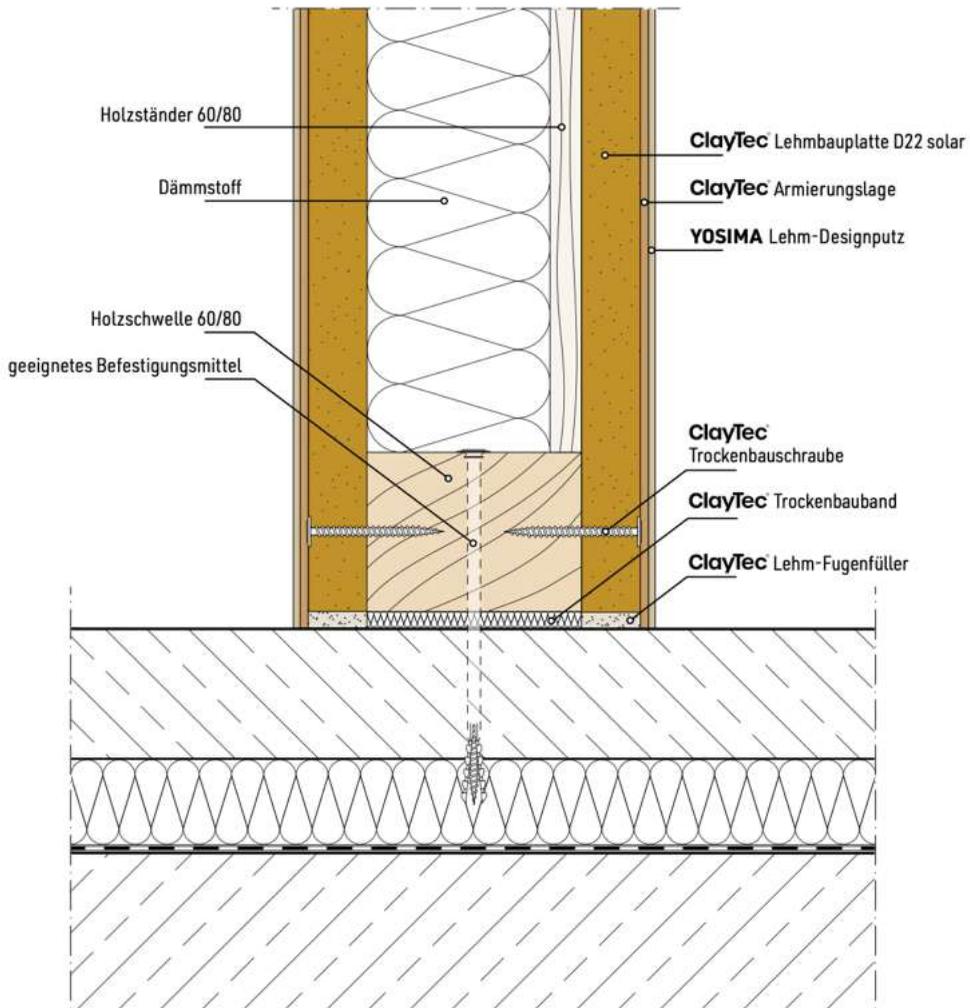
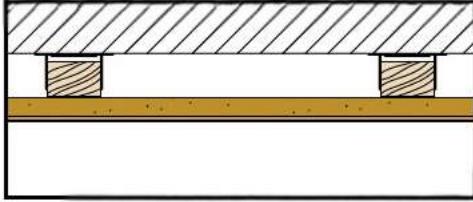


Abb.104: Holzständerwand mit Lehmbauplatten

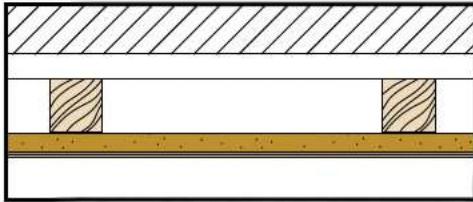
Nachhaltigkeit und der verstärkte Einsatz von Naturbaustoffen gewinnt auch im Trockenbau zunehmend an Bedeutung. Trockenbausysteme haben sich als flexible Lösungen, insbesondere im Bereich des Schall- und Brandschutzes, bewährt. Als Leichtbauweisen ergänzen sie außerdem moderne Holzbauprojekte optimal. Immer mehr Trockenbauplatten, Dämmstoffe und Beschichtungsmaterialien aus ökologischen Rohstoffen finden vor allem im privaten Wohnbau Verwendung. Der ausgewählte Wandaufbau der Firma ClayTec zeigt eine Holzständerwand, die mit Lehm- bauplatten beplankt wird. Holzständerwände bestehen aus einer tragenden Unterkonstruktion aus Holz, die als Einfach- oder Doppelständerwerk ausgeführt wird. Sie werden ein- oder beidseitig mit ClayTec-Trockenbauplatten beplankt. Das für die Unterkonstruktion verwendete Holz muss Vollholz oder Brettschichtholz (BSH) sein. Ein gängiger Querschnitt ist beispielsweise 60×80 mm für Trennwände. Die Mindestquerschnitte der Holzständer variieren je nach Einsatzbereich und Wandhöhe und sind entsprechend den baulichen Anforderungen festzulegen. Für die Unterkonstruktion kommen sowohl Kanthölzer, als auch Metallprofile infrage. Holz zeichnet sich durch seinen natürlichen Ursprung aus und passt besonders gut zu Holzlehmbauten, in denen der Einsatz nachhaltiger Materialien eine zentrale Rolle spielt. Zudem lassen sich die Platten auf Holzständern oft einfacher befestigen, als auf Metallprofilen. Metallprofile bieten hingegen eine hohe Formstabilität, da sie sich nicht durch Feuchtigkeit oder Trocknungsprozesse verformen. Holzquerschnitte übertragen Schall stärker als Metallprofile und können dadurch zu einer geringeren Schalldämmung führen. Im Hinblick auf den Brandschutz ist Holz als brennbares Material für viele Konstruktionen

mit speziellen Brandschutzanforderungen nicht zugelassen. Dennoch zeigt sich das Holzständerwerk in Prüfungen und im Brandfall häufig widerstandsfähiger als Metallständerwerke. Während Holz eine schützende Kohleschicht bildet, die die Tragfähigkeit über einen längeren Zeitraum erhält, verliert Metall bei hohen Temperaturen abrupt und nahezu vollständig seine Festigkeit. Bauphysikalisch unterscheidet man zwischen ein- und zweischaligen Bauweisen bei der Schallübertragung durch Bauteile. Die zweischalige Konstruktion nutzt das „Masse-Feder-Masse“-Prinzip, das eine sehr gute Schalldämmung bei relativ geringem Gewicht erzielt. Die Schallisolierung der Trockenbauwand wird von mehreren Punkten beeinflusst, zum einen durch die Materialwahl der Unterkonstruktion, ob es eine Einfach- oder Doppelständerwand ist, die Art des Plattenwerkstoffes, die Bauteilmasse, der Abstand der Beplankungen, die Biegesteifigkeit und welche Befestigungsart gewählt wurde. Auch der Füllgrad und der längenbezogene Strömungswiderstand des Dämmmaterials spielen eine Rolle. ClayTec-Lehm- bauplatten bieten eine optimale Kombination aus hohem Eigengewicht und einer vergleichsweise weichen, nicht schallharten Oberfläche. Dadurch lassen sich bereits mit einfachen, einlagig beplankten Konstruktionen ausgezeichnete Schallschutzwerte erzielen. Industriell hergestellte Lehmprodukte im Trockenbau benötigen aufgrund ihrer natürlichen Bindekraft auch dort keine energieintensiven Brennprozesse zur Aushärtung, wodurch CO_2 -Emissionen erheblich reduziert sind. Dies trägt maßgeblich zur hohen Nutzungsqualität von Wohn- und Geschäftsräumen, Hotels sowie Bildungseinrichtungen bei.¹²⁵ Auch innerhalb von Wohneinheiten gewinnt ein effektiver Schallschutz zunehmend an Bedeutung. Lehmplatten bieten außerdem herausragende

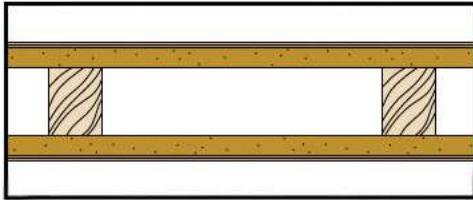
Holzkonstruktionen



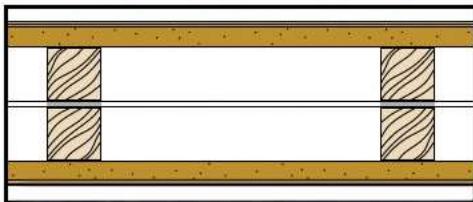
Holzkonstruktion Vorsatzschale,
variabel auszurichten



Holzkonstruktion Vorsatzschale,
frei stehend

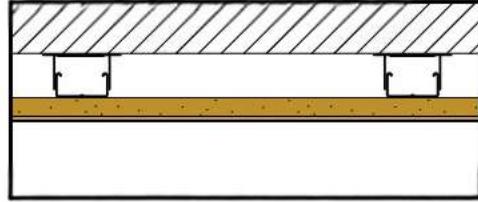


Holzkonstruktion
Einfachständerwand

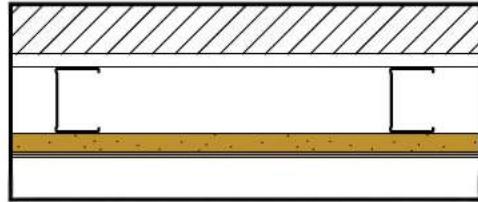


Holzkonstruktion
Doppelständerwand

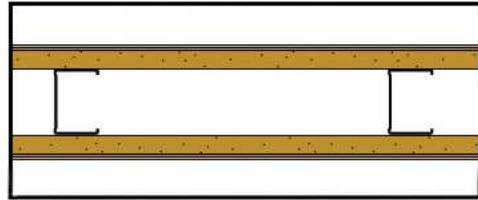
Metallkonstruktionen



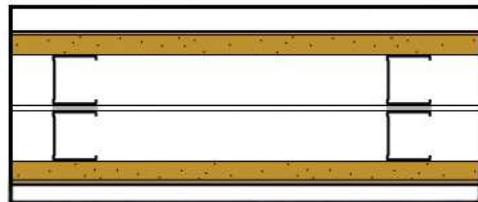
Metallkonstruktion Vorsatzschale,
variabel auszurichten



Metallkonstruktion Vorsatzschale,
frei stehend

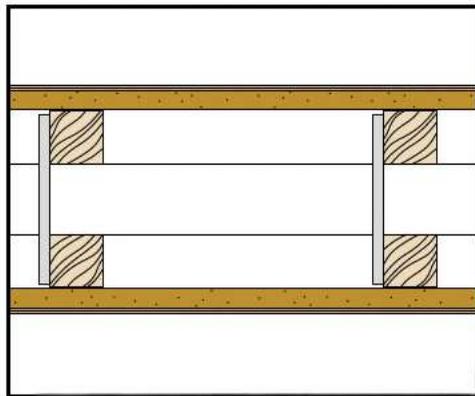


Metallkonstruktion
Einfachständerwand

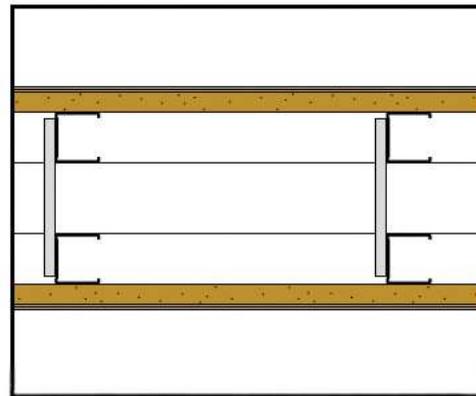


Metallkonstruktion
Doppelständerwand

Abb.105: Konstruktionsübersicht Trockenbauwände ClayTec



Holzkonstruktion, Installationswand



Metallkonstruktion, Installationswand

Abb.106: Installationswände ClayTec

Eigenschaften für den sommerlichen Wärmeschutz. Sie erhöhen die thermische Speichermasse in leichten Holzbauten und reduzieren die Erwärmung in Räumen mit hohen Glas- und Fensteranteilen. Dies steigert den Nutzerkomfort und verringert den Bedarf an Klimatechnik. Durch den Einsatz passiv wirkender Low-Tech-Bauteile wird ein wesentlicher Beitrag zur Energieeinsparung geleistet. Die besondere Eignung dieser Materialien ergibt sich aus ihrer hohen spezifischen Wärmekapazität und aufgrund ihrer Rohdichte ein hohes Eigengewicht, das ihre wärmespeichernde Wirkung zusätzlich verstärkt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die beste Option mit sehr geringer grauer Energie und hoher Ressourceneffizienz eine Holzständerwand mit einer Lehmbauplatten Beplankung ist. Diese Kombination hat eine geringe Herstellungsenergie, CO₂-Speicherung durch das Bauholz und ist vollständig recyclebar. Die Lehmbauplatten können wiederverwendet oder in den natürlichen Stoffkreislauf zurück-

geführt werden. Es entsteht kein Sondermüll bei Abriss oder Umbau.¹²⁶ Holz als nachwachsender Rohstoff ist ressourcenschonend, solange es aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt und benötigt weniger Energie bei der Verarbeitung als Metall. Metallständer aus Stahl oder Aluminium haben eine sehr hohe graue Energie, da Metallabbau, Verhüttung und Verarbeitung sehr energieintensiv sind. Das Recyclingpotenzial ist sehr hoch, jedoch benötigt das Einschmelzen von Altmetall auch erhebliche Energiemengen. Sie sind umweltfreundlicher als Metallständer mit Gipskarton, aber haben eine höhere graue Energie durch die Metallverarbeitung. Eine Holzständerwand mit Lehmbauplatten ist die nachhaltigste Option mit der geringsten Umweltbelastung und hoher Ressourceneffizienz. Metallständerwerke sind in der Regel weniger ökologisch, auch wenn sie durch Recycling ressourcenschonend eingesetzt werden können.¹²⁷

Gipskartonwand



Abb.107: Gipskarton Trennwand

In Österreich werden im Trockenbau vorwiegend Metallständerwände mit Gipskartonplatten verwendet. Diese Konstruktionen bestehen aus einer Metall-Unterkonstruktion als Einfach- oder Doppelständerwerk mit einer beidseitigen, ein- oder mehrlagigen Beplankung aus Gipskartonplatten. Metallständer mit konventionellen Bauplatten wie Gipskartonplatten haben im Vergleich zu ökologischen Trockenbauwänden eine hohe graue Energie und eine geringe ökologische Effizienz. Gipskartonplatten sind jedoch aufgrund ihrer universellen Formbarkeit und Feuerbeständigkeit ein bevorzugtes Material im Innenausbau. Alternativ werden auch Holzständerwände eingesetzt, die aus einer Holz-Unterkonstruktion bestehen und diese werden wiederum mit Gipskartonplatten beplankt. Die Wahl zwischen Metall- und Holzständerkonstruktionen hängt von spezifischen Anforderungen und Präferenzen ab.¹²⁸ Gipskartonplatten

bestehen aus einem Kern aus Stuckgips, der beidseitig mit festhaftendem Karton ummantelt ist. Im Gegensatz dazu enthalten Gipsfaserplatten zusätzlich gleichmäßig verteilte Zellulosefasern zur Armierung. Die Herstellung von Gipsbauplatten erfordert einen erheblichen Energieaufwand. Ein großer Teil entsteht durch das Kalzinieren des Rohgipses bei etwa 150 °C. Die Wärme zur Trocknung und Verfestigung der Platten macht etwa 35-55 % der Grauen Energie aus, gesamt liegt die Graue Energie bei 5490 MJ/m³. Bei Gipsfaserplatten erfolgt die Armierung der Platten mit gleichmäßig im Gips verteilten Papierfasern. Naturgips und REA-Gips sind nur begrenzt verfügbar und sind abhängig von Kohlekraftwerken.¹²⁹ Ein großer Teil des in Österreich und Deutschland verwendeten Gipses entsteht als Nebenprodukt aus der Rauchgasentschwefelung von Kohlekraftwerken, der REA-Gips. Die Herstellung aus REA-Gips wird

als umweltfreundlicher bewertet als die Verwendung von Naturgips, da so natürliche Ressourcen geschont werden. Allerdings ist die langfristige Verfügbarkeit von REA-Gips unsicher, da Kohlekraftwerke zunehmend abgeschaltet werden. Mit der Abschaltung entfällt zunehmend eine wichtige Quelle, sodass die Abbaumengen von Naturgips steigen und Alternativen mehr erforderlich sein werden. Um den steigenden Bedarf zu decken, wird vermehrt auf das Recycling von Bauabfällen gesetzt und Forschungen zu alternativen synthetischen Gipsen, beispielsweise aus Industrieabfällen, werden intensiviert. In Zukunft könnten mögliche Preissteigerungen für Gipskartonplatten anfallen, da die Rohstoffkosten steigen werden, wodurch sich auch die Nachfrage nach Lehm- oder Holzfaserverplatten erhöhen könnte.¹³⁰ Gipskarton- und Gipsfaserplatten sind deponierbar als Bauschutt, eine Wiederverwertung ist nur für saubere, sortenreine Abfälle möglich. Verunreinigte Gipsplatten lassen sich nur mit hohem Aufwand recyceln, während Verklebungen mit Kunststoffen oder Schaumstoff-Wärmedämmungen das Recycling zusätzlich erheblich erschweren. Die Verwendung von REA-Gips ist aus ökologischer Sicht zu bevorzugen. Nachhaltiger ist der Einsatz von Holz als Unterkonstruktion anstelle von Metall, da dieses eine geringere Graue Energie aufweist.¹³¹

Fazit

Nachhaltigkeit und der verstärkte Einsatz natürlicher Baustoffe gewinnen im Trockenbau zunehmend an Bedeutung. Während Metallständerwände mit Gipskartonplatten in Österreich weit verbreitet sind, stellen Holzständerwände mit Lehm- oder Holzfaserverplatten eine

GWP ausgewählter Trockenbauplatten, kg CO₂ equiv./m²

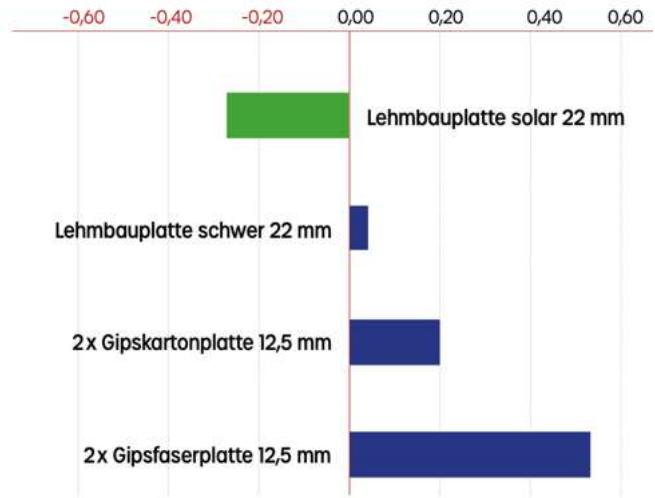


Abb.108: Global Warming Potential (GWP) Trockenbauplatten

ökologisch vorteilhafte Alternative dar. Die Herstellung von Metallständern und Gipsbauplatten erfordert einen hohen Energieeinsatz. Die langfristige Verfügbarkeit von Gips ist gefährdet, wodurch Recycling und alternative Baustoffe an Bedeutung gewinnen. Lehm- oder Holzfaserverplatten erweisen sich hier als nachhaltige Option, da ihre Produktion keine energieintensiven Brennpunkte erfordert und sie positive bauphysikalische Eigenschaften wie Schallschutz und thermische Speicherung bieten. Umweltbewusstes Bauen sollte daher verstärkt auf ressourcenschonende Materialien setzen. Holzständerwände mit Lehm- oder Holzfaserverplatten bieten die beste ökologische Bilanz, während Gipskarton- und Metallständer-Systeme vor allem aufgrund der hohen grauen Energie und Recyclingprobleme als weniger nachhaltig einzustufen sind. Die Zukunft des Trockenbaus wird stark von der Verfügbarkeit und Entwicklung alternativer, umweltfreundlicher Baustoffe beeinflusst.

Kapitel

5 DIE ANALYSE LAUT FORSCHUNGSFRAGEN

Interviewpartner:innen	92
Themenblöcke der Analyse	96
1. Die Firmen im direkten Vergleich	98
2. Das Potenzial von Lehm und Holz	102
3. Holzbauweisen	106
4. Eingesetzte Materialien	108
5. Integration von Lehmbaustoffen	112
6. Vorteile und positive Auswirkungen	118
7. Nachteile und Hindernisse	120
8. Marktsituation und Verfügbarkeit	122
9. Zertifizierung, Normierung und Genehmigungen	126
10. Fachkräfte	132
11. Praktika und Nachwuchsförderung	146
12. Schritte zur Förderung der Holz-Lehmbauweise	148
13. Zukunftsaussichten und Chancen	154

Interviewpartner:innen

Der zweite Teil dieser Arbeit widmet sich der Analyse der qualitativen Interviews. Im Folgenden werden alle Interviewpartner:innen kurz vorgestellt und auf ihr derzeitiges Aufgabenfeld eingegangen, um nachvollziehen zu können, weshalb Sie für ein Interview ausgewählt wurden. Die Interviewpartner:innen setzen sich aus Fachleuten verschiedener Bereiche zusammen, davon sind 7 der 13 Interviewpartner:innen im Bereich des Handwerks und der Ausführung tätig. Zur Einbindung der Planer:innenischen Perspektive wurden Architekt:innen befragt. Zusätzlich kamen ein Vertriebsleiter für Lehmbaustoffe sowie mehrere Expert:innen aus Forschung und Entwicklung zu Wort.

Bernhard Wallner ist Geschäftsführer des österreichischen Baubetriebs BiosLehm, einem Teil der BiosBau GmbH. Der ausgebildete Baumeister leitet das Unternehmen, das seit 1998 besteht und hat seinen Sitz in Bromberg, Niederösterreich. Mit einer Mitarbeiterzahl von etwa 120 bis 140 Fachkräften ist BiosLehm ein etablierter Betrieb in der Baubranche.¹³²

Harald Aichinger ist Geschäftsführer der Meisterbau Aichinger GmbH, einem spezialisierten Holzbauunternehmen mit Sitz in Wiener Neustadt. Nach seiner Ausbildung zum Zimmerermeister, die er bereits mit 23 Jahren abschloss, machte er sich vor 15 Jahren selbstständig und erweiterte seine Qualifikationen bis hin

zum Baumeister. Sein Unternehmen, das seit 2009 besteht, bietet neben klassischem Holzbau auch eine eigene Planungs- und Statikabteilung sowie eine Trockenestrich-Abteilung für innovative Heiz- und Kühlsysteme im Innenausbau. Mit einem Team von 15 Mitarbeitern setzt Meisterbau Aichinger auf hochwertige und durchdachte Baukonzepte.¹³³

Wilhelm Höfler ist Geschäftsführer der Naturhaus Wechselland GmbH, einem Holzbauunternehmen mit Sitz in Pinggau in der nordöstlichen Steiermark. Seine berufliche Laufbahn begann er als GWZ-Installateur und erlangte später den Meistertitel in diesem Handwerk. Die Wurzeln des Unternehmens reichen bis ins Jahr 2017 zurück, als der Verein Naturwerk gegründet wurde. Im Jahr 2020 entstand daraus die Naturhaus Wechselland GmbH. Mit einem Team von rund 15 Mitarbeitern setzt das Unternehmen auf nachhaltige Bauweisen und hochwertige Holzbau-Lösungen.¹³⁴

Martin Simlinger ist Geschäftsführer der Holzbau Simlinger GmbH und verantwortet neben der Unternehmensführung auch den Bereich Verkauf, Beratung und Planung. Seine fundierte Ausbildung umfasst eine HTL-Ausbildung mit Schwerpunkt Holzbau, ein berufsbegleitendes Studium sowie den renommierten Überholz-Lehrgang an der Kunstuniversität Linz. Das Unternehmen mit Sitz in Eisengraberamt,

Niederösterreich, ist seit 1993 im Holzbau tätig und bietet sowohl Planung als auch Ausführung hochwertiger Bauprojekte. Mit einem Team von 21 Mitarbeitern setzt Holzbau Simlinger auf präzise Handwerkskunst und innovative Lösungen im Holzbau.¹³⁵

Pius Ilg ist Facharbeiter im Familienbetrieb Harald Ilg Holzverarbeitung, einem Einzelunternehmen mit Sitz in Dornbirn, Vorarlberg. Derzeit absolviert er seine Ausbildung an der BauHandwerker:innenschule, um sein Fachwissen im Holzbau weiter zu vertiefen. Das Unternehmen, das seit etwa 2005 besteht, ist auf hochwertige Holzverarbeitung spezialisiert und wird mit einem kleinen Team von drei Mitarbeitern geführt.¹³⁶

Markus Eder ist Geschäftsführer und Gesellschafter der Holzbau Eder, einem traditionsreichen Zimmerei- und Holzbauunternehmen mit Sitz in Eugendorf bei Salzburg. Nach seiner Ausbildung an der Zimmereifachschule und der Gesellenprüfung erlangte er 2006 den Titel des Holzbaumeisters. Das Unternehmen besteht seit 1979 und beschäftigt heute 24 Mitarbeiter. Ein besonderer Schwerpunkt von Holzbau Eder liegt auf der Vorfertigung von Wand- und Deckenelementen für den privaten Hausbau, wodurch eine effiziente und präzise Bauweise gewährleistet wird.¹³⁷

Ferdinand Prinz ist bei der WOHNWAGON GmbH in den Bereichen Kund:innenbetreuung, Beratung und Werksführung tätig. Das Unternehmen mit Sitz in Gutenstein wurde 2013 gegründet und hat sich auf nachhaltigen Holzbau spezialisiert. Mit einem Team von rund 40 Mitarbeitern entwickelt und produziert WOHNWAGON innovative, autarke Wohnlösungen aus Holz. Durch seine Arbeit sorgt Ferdinand Prinz dafür, dass Kund:innen umfassend beraten werden und einen direkten Einblick in die Fertigung der individuell gestalteten Wohnwaggons erhalten.¹³⁸

Um eine Perspektive aus Planer:innenlicher Sicht zu erhalten, wurde die Architektin Michaela Fodor und der Architekt Michael Egger jeweils persönlich in Wien interviewt.

Michaela Fodor erlangte ihren Masterabschluss in Architektur an der Technischen Universität Wien und setzte sich in ihrer Diplomarbeit intensiv mit Lehmbautechniken im Fertigteilebau auseinander. Seit Juli 2022 ist sie Vereinsvorsitzende der Young Earth Builders und engagiert sich für den nachhaltigen Einsatz von Lehmbautechniken. Zur Zeit des Interviews war sie zudem als Architektin bei AN-DIBREUSS tätig und arbeitet mittlerweile bei Studio Acker. Mit ihrem Fachwissen und ihrer praktischen Erfahrung setzt sie sich aktiv für innovative und nachhaltige Bauweisen ein.¹³⁹

Michael Egger arbeitet bei Juri Troy Architects in Wien. Sie sind bekannt für ihre innovativen, nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauweisen, insbesondere im Bereich Holzbau und ökologisches Bauen. Das Büro setzt stark auf regionale Materialien, energieeffiziente Konzepte und eine klare, reduzierte Formsprache. Außerdem ist er ebenfalls ein Vereinsmitglied der Young Earth Builders.¹⁴⁰

Simon Breidenbach ist Gesamtvertriebsleiter von ClayTec und Geschäftsführer der ClayTec Österreich GmbH, der österreichischen Tochtergesellschaft des Unternehmens. Er hat einen Bachelor-Abschluss in Corporate Management & Economics sowie einen Master in Export- und Internationalisierungsmanagement. Die ClayTec GmbH & Co. wurde 1984 gegründet und ist ein produzierendes Unternehmen mit sechs Standorten in Deutschland sowie einer Vertriebsgesellschaft in Österreich. Mit insgesamt über 100 Mitarbeitern ist ClayTec auf nachhaltige Baustoffe spezialisiert und zählt zu den führenden Herstellern von Lehm- baustoffen im deutschsprachigen Raum.¹⁴¹

Für einen übergreifenden Blick in die aktuelle Forschung und Entwicklung innerhalb der Bau- branche Österreichs, wurden drei unterschied- liche Expert:innen befragt:

Benjamin Kromoser absolvierte seine schu- lische Ausbildung an einer HTL mit Schwer- punkt Holztechnik, die sowohl eine theoretische als auch praktische Ausbildung umfasste. Anschließend studierte er an der Technischen Universität Wien Bauingenieurwesen und Infrastrukturplanung, wo er seinen Bache- lor- und Masterabschluss im Konstruktiven Ingenieurbau erwarb. Von 2012 bis 2014 promovierte er im Fach Bauingenieurwesen und legte 2015 die Ziviltechnikerprüfung ab. Im Jahr 2018 folgte er einem Ruf an die Uni- versität für Bodenkultur (BOKU) Wien, wo er die Professur für Biobasiertes Konstruieren am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau übernahm. Seit 2022 ist er Professor für Res- sourceeffizienten Hochbau und leitet das neu gegründete Institut für Hochbau, Holzbau und kreislaufgerechtes Bauen an der BOKU. Sein wissenschaftlicher Fokus liegt auf ressour- censchonenden Bauweisen und nachhaltigen Konstruktionsmethoden.¹⁴²

Robert Pirker ist im Bereich Holzbau bei der Holzcluster Steiermark GmbH tätig. Der Holzcluster fungiert als Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Forschung und Politik und fördert die gesamte Holzwertschöpfungskette, von der Holzernte über die Logistik bis hin zu industrieller Verarbeitung und Holzbau. Aktuell ist Pirker stark in EU-Projekte eingebunden, insbesondere in einem Erasmus+ Projekt, das sich mit der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie den Veränderungen durch den grünen und digitalen Wandel beschäftigt. Er hat Architektur an der TU Graz studiert und bringt sein Fachwissen in die Vernetzung und Förderung von Betrieben, Forschungsprojekten und Mitarbeiterschulungen ein. Die Holzcluster Steiermark GmbH mit Sitz in Graz besteht seit 2001 und beschäftigt derzeit 13 Mitarbeiter.¹⁴³

Hendrik Reichelt ist Leiter für Forschung und Entwicklung bei Kaufmann Bausysteme GmbH, einem renommierten Holzbau-Planungsunternehmen mit Hauptsitz in Reuthe, Vorarlberg. Er absolvierte eine Ausbildung als Holzbauingenieur und erlangte einen Master of Engineering an der Hochschule Rosenheim in Bayern. Das Unternehmen wurde 1952 als Zimmereibetrieb gegründet und entwickelte sich 2003 zur eigenständigen Kaufmann Bausysteme GmbH. Mit rund 70 Mitarbeitern ist es auf die Entwicklung innovativer Holzbau-Lösungen spezialisiert und zählt zu den führenden Unternehmen in diesem Bereich.¹⁴⁴

Themenblöcke der Analyse

Für den Analyseteil der Masterarbeit wurden die gewonnenen Interviewtranskripte in Themenblöcke unterteilt, um eine strukturierte Auswertung und eine differenzierte Analyse der relevanten Aspekte der kombinierten Holz-Lehmbauweise zu ermöglichen. Die Interviews mit Zimmereibetrieben, Holzbaufirmen und Expert:innen der Holzlehmbranche in Österreich bieten wertvolle Einblicke in die Praxis und die Zukunftsperspektiven dieser innovativen Bauweise. Ziel der Analyse ist es, die aktuellen Herausforderungen und Potenziale im Umgang mit Holz und Lehm als Baustoffe zu identifizieren und relevante Entwicklungen zu dokumentieren. Die thematische Gliederung der Interviews folgt den Schwerpunkten von Hardfacts und Fachwissen bis hin zu spezifischen Marktfragen und zukunftsorientierten Visionen. Hierbei werden sowohl technische und wirtschaftliche Aspekte, als auch soziale und ökologische Faktoren berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Analyse bieten eine fundierte Einschätzung der aktuellen Lage innerhalb der Bauwirtschaft Österreichs und soll eine Grundlage für zukünftige Entwicklungen und mögliche Innovationsfelder schaffen. Die folgenden Kapitel widmen sich der detaillierten Auswertung der Interviews zu den verschiedenen thematischen Schwerpunkten, wobei auf die Einschätzungen der Expert:innen in Bezug auf das Potenzial, die Herausforderungen und die Chancen der Holz-Lehmbauweise eingegangen wird. Dabei wird insbesondere die Integration von Lehm als Baustoff in den Holzbauprozess, die Marktsituation und die Rolle der Ausbildung und Fachkompetenz eine

zentrale Rolle spielen. Bei der Analyse der Interviews, werden folgende Themenblöcke definiert und ausgewertet:

1. Die Firmen im direkten Vergleich

Übersicht der Firmenstandorte, seit wann die Firmen bestehen und wie viel Mitarbeiter:innen sie zählen.

2. Das Potenzial von Lehm und Holz in Kombination

Erhebung der Einschätzung der Expert:innen über das zukünftige Potenzial von Lehm-Baustoffen in Kombination mit Holz. Welche Entwicklungen sie erwarten und wie sie die Nachfrage einschätzen. Zentrale Aspekte, wie Innovationspotenzial, Markttrends, ökologische Vorteile und die Akzeptanz von Lehm in der Bauindustrie werden beleuchtet.

3. Holzbauweisen

Analyse der angebotenen Holzbauweisen der befragten Holzbaufirmen und Zimmerein, mit zusätzlicher Einschätzung der Expert:innen.

4. Eingesetzte Materialien

Hier werden Baustoffe, die in den befragten Firmen eingesetzt werden, dokumentiert und beleuchtet. Ökologische Aspekte und nachwachsende Rohstoffe sind dabei zentral.

5. Integration von Lehm in den Bauprozess

In diesem Themenblock wird erarbeitet, inwieweit Lehm in den Bauprozess integriert wird und in Verbindung mit Holz bestehen kann. Besonders hervorgehoben werden Bauzeiten, praktische Erfahrungen und sinnvolle Möglichkeiten Holz und Lehm zu kombinieren.

6. Vorteile und positive Auswirkungen

Es werden positive Erfahrungsberichte einiger Interviewpartner:innen zusammengefasst.

7. Nachteile und Hindernisse des Holz-Lehmbaus

Dokumentation von negativen Erfahrungen und Hürden.

8. Marktsituation und Verfügbarkeit von Lehmbaustoffen

Analyse der Marktsituation von Lehmbaustoffen in Österreich und die Frage inwieweit Kosten und Verfügbarkeit die Entscheidung, Lehm einzusetzen, beeinflussen.

9. Zertifizierung, Normierung und Genehmigungen

Hier soll festgehalten werden, welche Rolle Zertifizierungen und Normen im Holz-Lehmbau spielen und ob sie den Einsatz von Lehm beeinflussen.

10. Fachkräfte

Übersicht über die aktuelle Situation von Facharbeitern und Lehmbau-Fachkräften. Es soll geklärt werden, ob ein Mangel an Arbeitskräften besteht.

11. Fachwissen und Ausbildung im Lehmbau

Ziel dieses Kapitels ist es, herauszufinden, ob eine spezifische Ausbildung im Lehmbau von den Firmen und Expert:innen als sinnvoll erachtet wird und ob sie persönliches Interesse an Fort- und Weiterbildungen, oder praktischen Ausbildungsmodulen haben.

12. Praktika und Nachwuchsförderung

Dokumentation der Haltung gegenüber Praktikumsstellen innerhalb ihrer Firma. Definition von Tätigkeitsfeldern, Dauer und Vergütung.

13. Schritte zur Förderung der Holz-Lehmbauweise

Analyse möglicher Maßnahmen zur Etablierung, Erweiterung der Einsatzgebiete und Unternehmensentwicklungen.

14. Zukunftsaussichten und Chancen

Zusammenfassung der Prognosen zukünftiger Entwicklungen und Trends, laut Expert:innen und Firmen. Zentrale Aspekte sind Visionen, technologische Entwicklungen und potenzielle Innovationen des Holz-Lehmbaus.

1. Die Firmen im direkten Vergleich

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

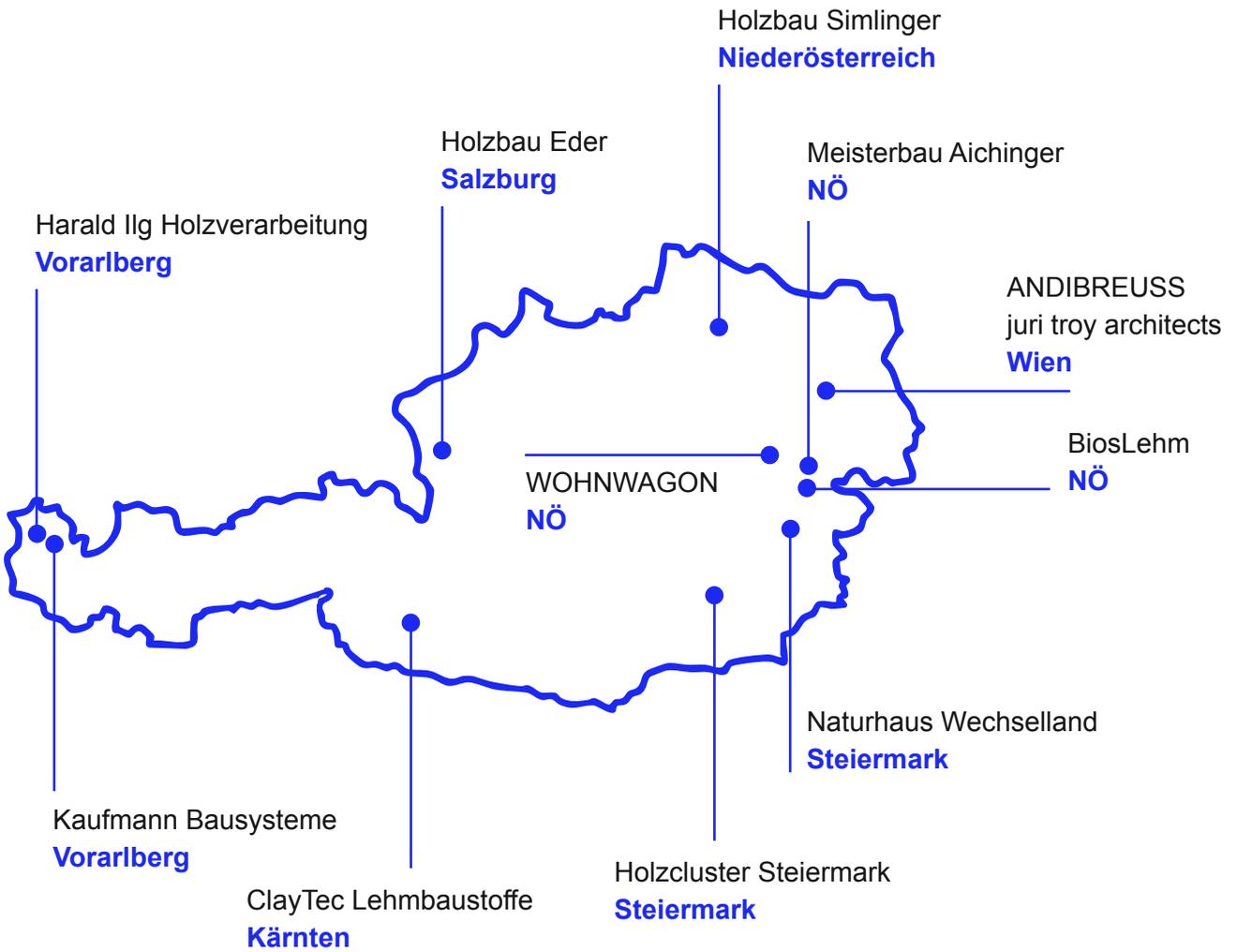
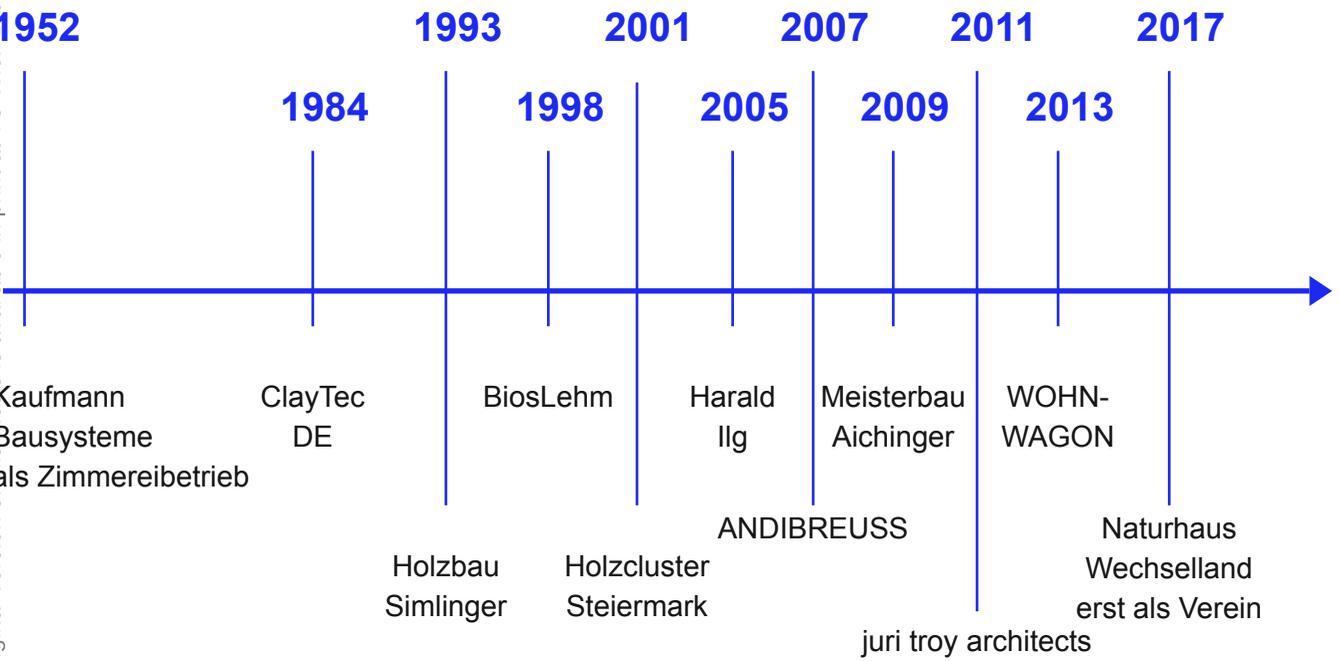


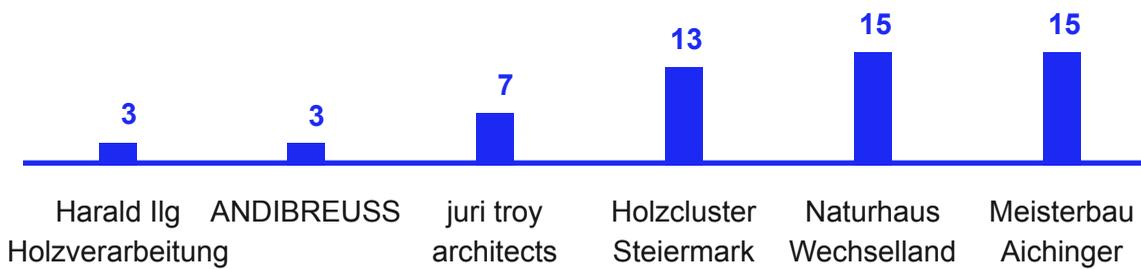
Abb.109: Firmenstandorte

Firmenstandorte

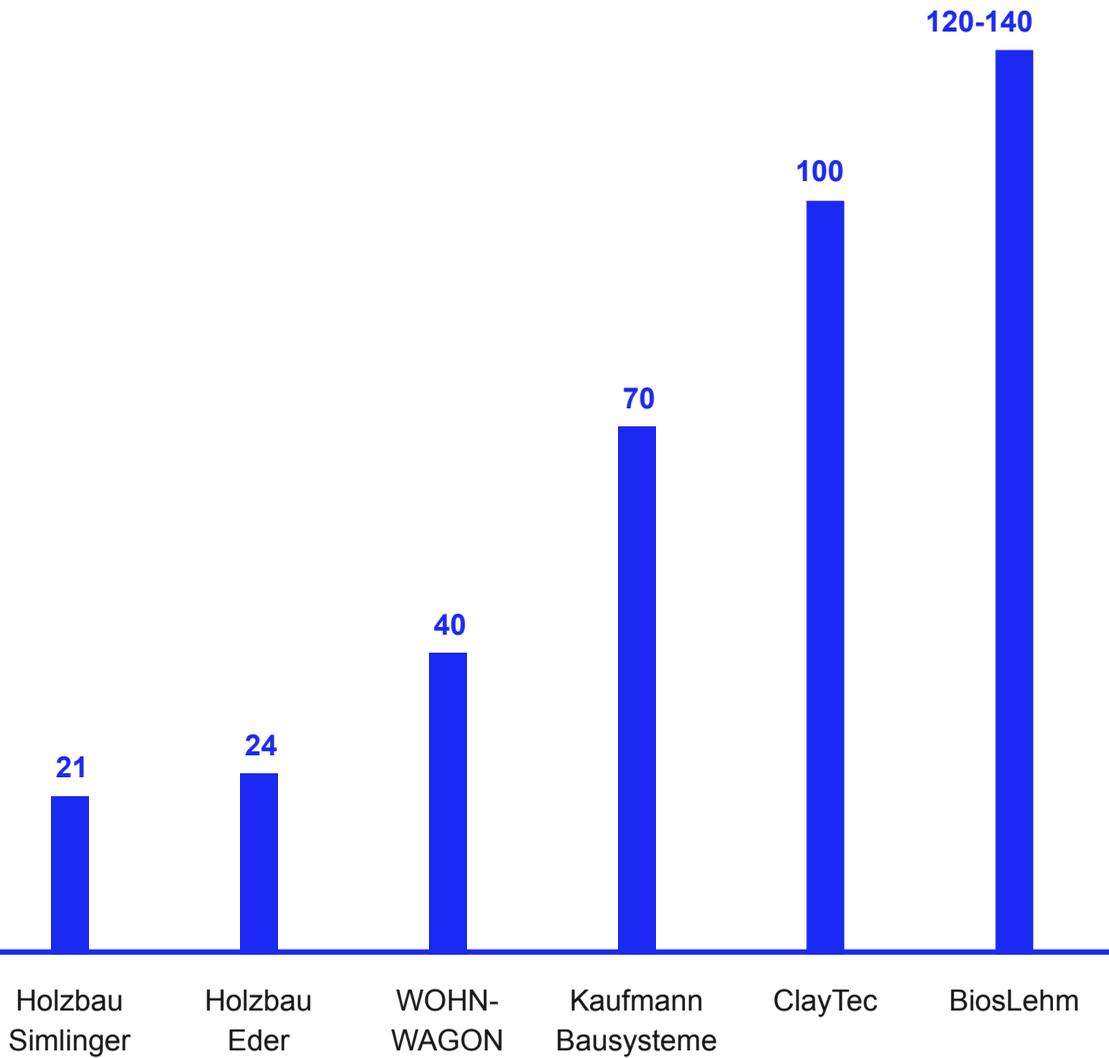


Gründungsjahr

Wie viele Mitarbeiter:innen haben Sie?



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Anzahl Mitarbeiter:innen

*zur Zeit der Befragung

2. Das Potenzial von Lehm und Holz

„Ich denke, dass Lehm vor allem viel Potenzial im Sanierungsbau hat.“¹⁴⁵ Michaela Fodor

„In der Sanierung sehe ich kein Potenzial. Im Neubau und Einfamilienhausbau sehe ich ebenfalls null Potenzial. Im verdichteten Wohnbau sehe ich auf der Innenseite der Außenwand eine Notwendigkeit, dass Lehm eingesetzt wird, weil der Lehm dort von allen Innenbeschichtung Baustoffen die höchste Relevanz und höchste Marktchance hat, jedoch nur dort.“¹⁴⁶ Bernhard Wallner

Die Interviewaussagen zu den Potenzialen von Lehm-Baustoffen in Kombination mit Holz zeichnen ein differenziertes Bild der aktuellen und zukünftigen Entwicklungen in der Bauindustrie. Insgesamt lässt sich ein wachsendes Interesse und eine zunehmende Akzeptanz von Lehm in verschiedenen Bereichen des Bauens feststellen, doch es gibt auch Herausforderungen und Grenzen in der breiten Anwendung von Holz-Lehm-Kombinationen. Die Mehrheit der Interviewpartner:innen erkennt großes Potenzial für Lehm als Baustoff, insbesondere als Lehmputz in Innenräumen. Besonders hervorzuheben ist die steigende Nachfrage nach nachhaltigen und CO₂-armen Materialien. Simon Breidenbach¹⁴⁷ und Wilhelm Höfler¹⁴⁸ betonen, dass Lehm aufgrund seines geringen Energieaufwands und seiner Kreislauffähigkeit ein wichtiger Baustein für die Zukunft sein wird. Lehm wird nicht nur als umweltfreundlich, sondern auch als funktional in Kombination mit Holz angesehen und das besonders in Bezug auf den Feuchtigkeitsaus-

gleich. Diese Einschätzung stützt sich auf jahrhundertelange Erfahrungen und die Langlebigkeit von traditionellen Lehm-Holz-Bauten. Ein interessanter Trend ist die wachsende Nachfrage nach gesundem und ökologisch nachhaltigem Wohnen. Harald Aichinger¹⁴⁹ sehe in den letzten Jahren einen Anstieg an Anfragen, wobei Lehm insbesondere im Kontext des gesunden Raumklimas und der ökologischen Bauweise als attraktiver Baustoff hervorgehoben wird. Es wird angenommen, dass dieser Trend weiter zunimmt, da immer mehr Menschen nach umweltbewussten Bauweisen suchen. Trotz dieser positiven Einschätzungen zum Innovationspotenzial von Lehm und Holz gibt es auch Bedenken hinsichtlich der Marktfähigkeit. Michaela Fodor¹⁵⁰ verweist darauf, dass Lehm insbesondere im Neubau von Holzgebäuden noch auf Widerstand stößt, vor allem aufgrund fehlender Zertifizierungen und Bedenken der Bauträger bezüglich Brandschutz und Schallschutz. Der Einsatz von Lehm in Neubauten wird als langwieriger und schwieriger anzupassen beschrieben, da viele Bauträger noch nicht überzeugt sind. Die ökologischen Vorteile von Lehm werden von den Expert:innen eindeutig betont. Das Material wird nicht nur als umweltfreundlich und nachhaltig betrachtet, sondern auch als zukunftsweisend, um den CO₂-Ausstoß in der Bauindustrie zu reduzieren. Ein zentrales Argument ist, dass Lehm als natürlicher Baustoff sowohl in der Herstellung als auch im Lebenszyklus geringere CO₂-Emissionen verursacht. Dies steht im Einklang mit dem Bedarf an umweltfreundlicheren Alternativen

Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmbaumstoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?

zu herkömmlichen Baustoffen wie Zement oder Gipsputz. Das Potenzial von Lehm im Bereich der Sanierung wird von einigen Expert:innen als besonders vielversprechend eingeschätzt. Michaela Fodor¹⁵¹ und Simon Breidenbach¹⁵² heben hervor, dass der Einsatz von Lehmputz in der Sanierung, etwa von Gründerzeitbauten, aufgrund der einfachen Anwendung und der Ähnlichkeit zum herkömmlichen Zementputz ein schneller Einstieg für die Baubranche sein könne. Der Vorteil von Lehm in der Sanierung liegt nicht nur in der ökologischen Dimension, sondern auch in der Wiederverwendbarkeit des Materials durch die Wasserlöslichkeit. Trotz der positiven Entwicklungen und der zunehmenden Nachfrage gibt es auch zahlreiche Hürden, die die breitere Einführung von Lehm und Holz im Bauwesen erschweren. Neben den bereits genannten Unsicherheiten bezüglich der Zertifizierung und der fehlenden Standards im Brandschutz und Schallschutz, wie von Michaela Fodor angemerkt, betonen Einige auch die höhere finanzielle Belastung, die mit der Verwendung von Lehm verbunden sein kann. Markus Eder¹⁵³ macht deutlich, dass in ökologischen Bauprojekten der Einsatz von Lehm als Zusatzmaterial oft durch die hohen Kosten eingeschränkt wird, da Bauträger und Bauherr:innen in vielen Fällen zu konventionellen Baustoffen greifen, um Kosten zu sparen. Trotz dieser Herausforderungen wird der Markt als insgesamt noch nicht ausgeschöpft betrachtet. Martin Simlinger¹⁵⁴ und Benjamin Kromoser¹⁵⁵ sind sich einig, dass das Potenzial von Lehm noch nicht voll genutzt wird, vor

allem nicht im Neubau, aber auch im Bereich der Lehmputze. Laut Martin Simlinger würden außerdem Lehmestriche weitere Möglichkeiten bieten, das Material breiter zu integrieren.

Die Einschätzungen der interviewten Personen spiegeln sowohl das enorme Potenzial von Lehm als zukunftsfähigen Baustoff, als auch die Herausforderungen wider, die es zu überwinden gilt.

Besonders hervorzuheben ist die zunehmende Akzeptanz von Lehm im Bereich des ökologischen Bauens und der Sanierung, während der Einsatz im Neubau und in größeren Bauprojekten noch durch finanzielle und technische Hürden begrenzt wird. Es ist zu erwarten, dass die Markttrends in den kommenden Jahren zugunsten von Lehm und Holz als nachhaltige Baustoffe weiter wachsen, insbesondere wenn mehr Zertifizierungen und Standards entwickelt werden und die Kosten für Lehmprodukte wettbewerbsfähiger werden. Die befragten Personen äußern unterschiedliche Perspektiven zur Nachfrage nach Lehmbaumstoffen. Insgesamt zeigt sich, dass das Interesse am Lehmbau wächst, aber der tatsächliche Marktanteil noch sehr gering ist. Robert Pirker¹⁵⁶ sehe ebenfalls einen generellen Trend zum ökologischen Bauen, wodurch auch der Lehmbau wachse, insbesondere in Kombination mit Holz.

Bernhard Wallner¹⁵⁷ argumentiert, dass der Preis den Einsatz von Lehm reguliere. Faktoren wie Transportkosten und Bauzeitverzögerungen beeinflussen zusätzlich die Entscheidung. Er beziehe Lehmprodukte von verschiedenen Herstellern abhängig vom Preis und Standort, um die Kosten zu optimieren.

Harald Aichinger¹⁵⁸ berichtet,

„die Nachfrage ist in den letzten 3-4 Jahren extrem gestiegen“,

sodass 20-30 % der Anfragen bereits gezielt nach Lehm fragen würden, während er den Rest aktiv darauf hinweise, aber sich generell sehr leicht tue in der Beratung, um gesundes, ökologisches Wohnen an seine Kund:innen zu bringen. Wilhelm Höfler¹⁵⁹ sieht ein 50/50-Verhältnis zwischen Kund:innen, die von sich aus Lehm verlangen, und solchen, die erst durch eine Beratung überzeugt werden. Für ihn ist jedoch klar, das Bauen mit

„Lehm ist die Zukunft, die einzige Zukunft.“

Martin Simlinger findet, dass die Nachfrage nicht besonders hoch ist, obwohl die Kund:innen wissen, dass sie Lehm anbieten. WOHNWAGON setzt Lehmputz in seinen Konzepten standardmäßig für kleine Räume ein, da das Material dort besonders vorteilhaft für das Raumklima ist. Bei größeren Häusern wird Lehm eher als ästhetisches Element genutzt.¹⁶⁰ Lehmbaumstoffe erfahren zunehmendes Interesse, doch der Marktanteil ist nach wie vor sehr gering. Preis und wirtschaftliche Faktoren spielen eine große Rolle bei der Entscheidung für oder gegen Lehmbaumstoffe. Die direkte Nachfrage nach Lehm ist noch begrenzt, aber vie-

le Fachleute versuchen, den Einsatz aktiv zu empfehlen. Holzbau und ökologisches Bauen tragen dazu bei, dass Lehmprodukte häufiger genutzt werden, insbesondere in hochwertigen Bauprojekten.

Simon Breidenbach von der Firma ClayTec hebt hervor, dass das öffentliche Interesse an Lehm enorm gestiegen sei, jedoch in keinem Verhältnis zum Marktanteil stehe:

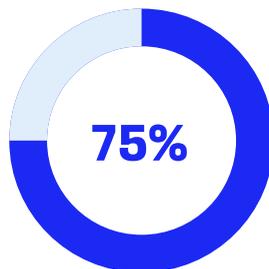
„Wir haben uns in den letzten vier Jahren firmenseitig verdoppelt. Wofür wir anfangs 36 Jahre gebraucht haben, haben wir jetzt in den letzten 4 Jahren umgesetzt, Das ist schon sehr, sehr cool und das liegt vor allem daran, dass dieses Material auf das klimatische, massive Problem reagieren kann. Das Interesse für den Baustoff ist gigantisch, darf man aber nicht eins zu eins als Marktvolumen sehen. Das allgemeine Interesse und auch die mediale Aufmerksamkeit, steht in keiner Relation zu den tatsächlichen Marktanteilen. Wir sind mit knapp über 100 Leuten Stand Jetzt größter Hersteller der Welt, das ist ja irre und eigentlich lächerlich, welche Rolle der Lehm dann tatsächlich spielt. Deshalb darf man sich da nicht der Illusion hingeben und muss sehen, dass Lehmbaumstoffe aktuell noch völlig irrelevant sind. Auch wenn die ganze Welt darüber redet, gebaut wird faktisch noch nichts damit. Wir haben das Mal umgelegt auf das Gesamtvolumen in Deutschland, das sind 0,00003 %.“¹⁶¹

Fazit

Das Interesse an Lehm als alternativer, nachhaltiger Baustoff wächst, insbesondere im Kontext des ökologischen Bauens und der Sanierung. Expert:innen betonen seine Umweltfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit und die positiven Effekte auf das Raumklima. Trotz dieser Vorteile bleibt der tatsächliche Marktanteil in Österreich jedoch verschwindend gering. Technische Hürden wie fehlende Zertifizierungen und wirtschaftliche Faktoren, wie hohe Kosten und Transportaufwand, bremsen die breite Anwendung und stellen die Firmen vor Herausforderungen. Der Einsatz von Lehmprodukten im Innenbereich und in der Sanierung wird jedoch zunehmend von Ausführenden und Bauherr:innen akzeptiert und angestrebt. Die zukünftige Entwicklung hängt maßgeblich von weiteren Standards, Förderungen und der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit ab.

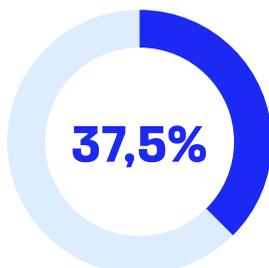
3. Holzbauweisen

Welche Bauweisen bieten Sie in Ihrer Firma an?



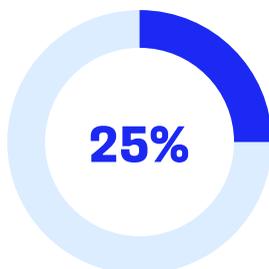
6 von 8

Massivholzbau



3 von 8

Holzständerbau



2 von 8

Holzrahmenbau

Die Zimmerein und Holzbaufirmen wurden gezielt zu den verwendeten Holzbauweisen in ihrer Firma befragt, während die Expert:innen ebenfalls ihre Einschätzung über den österreichischen Markt geäußert haben. Robert Pirker, von Holzcluster Steiermark, beschreibt die aktuelle Situation in Österreich folgendermaßen:

„Über die Jahre hat sich mit dem Brettspertholz die Massivholzbauweise stark entwickelt und ich würde behaupten, dass diese Bauweise den Schwerpunkt in Österreich hat, weil es ja auch das Ziel war, in den mehrgeschossigen Wohnbau zu kommen. Die Tendenz geht aber jetzt wieder mehr in den Holzriegelbau, um innerhalb der Ressourcen wieder effizienter zu sein, da das Brettspertholz sehr viele Ressourcen braucht. Wenn sich der Holzbau noch weiter etabliert, muss man langfristig in den Konstruktionen effizienter werden.“¹⁶²

Es herrschen eindeutig drei dominierende Bauweisen vor. Simlinger Holzbau¹⁶³, WOHNWAGON¹⁶⁴, Eder Holzbau¹⁶⁵, Kaufmann Bausysteme¹⁶⁶ und Meisterbau Aichinger¹⁶⁷ setzen auf Massivholzbau, vor allem mit Brettspertholz (BSP/CLT) oder unverleimte Vollholzelemente, Simlinger Holzbau nutzt zudem auch Holz 100. Die Firma Kaufmann Bausysteme agiere als Generalunternehmer und nutze die Modulbauweise im Massivholzbau, bei der ganze Module in insgesamt drei Werkhallen von Subunternehmern vorgefertigt und vor Ort in kürzester Zeit wiederum von Subunternehmen montiert werde. In seltenen Fällen würden sie auch in der Holzrahmenbauweise Projekte realisieren.¹⁶⁸ Eder Holzbau fertige Vollholzwände ohne Leim und Brettspertholz-

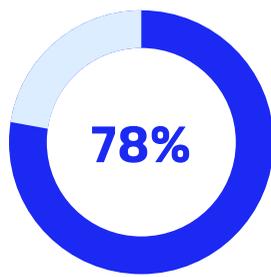
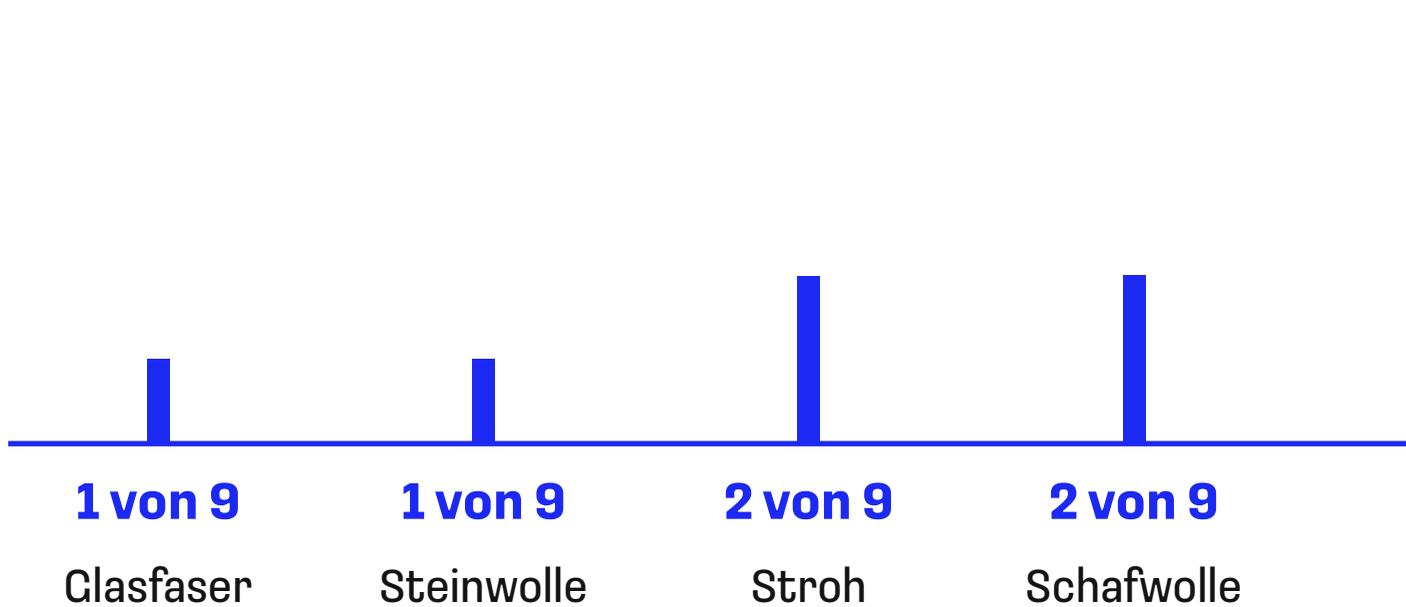
platten vor.¹⁶⁹ Benjamin Kromoser¹⁷⁰ bemerke eine starke Nachfrage nach Brettschichtholz/ BSH, aber auch eine zunehmende Rückkehr zum Holzrahmenbau. Die Harald Ilg Holverarbeitung¹⁷¹ und Eder Holzbau¹⁷² verwenden Holzständer- oder Holzrahmenbau, teilweise mit Lehm- oder Holzweichfaserplatten kombiniert. Die Firma Naturhaus Wechselland¹⁷³ ist ein klassischer, kleinerer Zimmereibetrieb und biete eine breite Palette an Holzbauarbeiten an, von Carports über Dachstühle bis hin zu Mehrfamilienhäusern. Die Firma BiosLehm¹⁷⁴ halte die Kombination aus Holzweichfaserplatten und einer Dünnlagenbeschichtung aus Lehm von 6 mm für die beste bauphysikalische Lösung. Lehm wird oft zur Feuchteregulierung und thermischen Speicherwirkung eingesetzt, insbesondere als Ergänzung im Innenausbau.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Massivholzbau, vor allem Brettspertholz weit verbreitet, aber sehr ressourcenintensiv ist. Holzrahmenbau erlebt eine Renaissance, um effizienter mit den vorhandenen Materialien umzugehen. Die Vorfertigung nimmt allgemein zu, um Bauzeiten zu verkürzen und die Qualität zu sichern. Nachhaltigkeit steht bei allen befragten Betrieben stark im Fokus, insbesondere werden bewusst unverleimte Holzelemente, oder Lehm in Kombination gewählt.

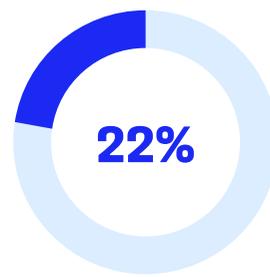
4. Eingesetzte Materialien

Welches Material nutzen Sie zur Wärmedämmung?



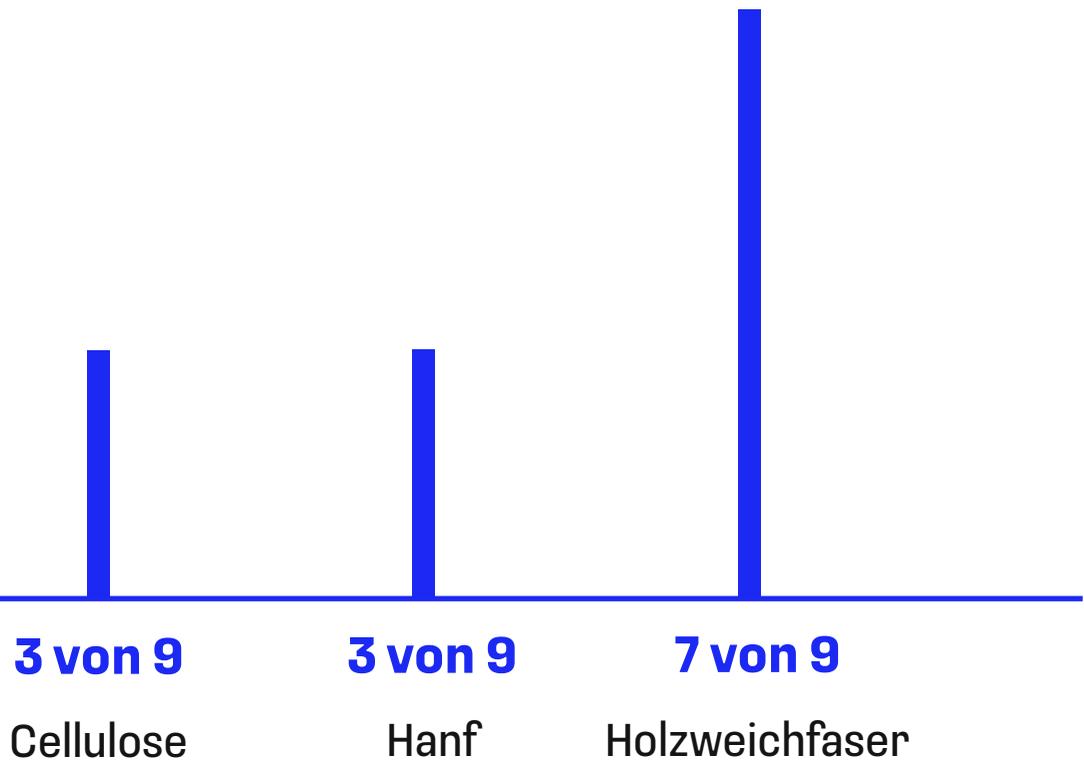
7 von 9

verwenden
NawaRo-Dämmstoffe



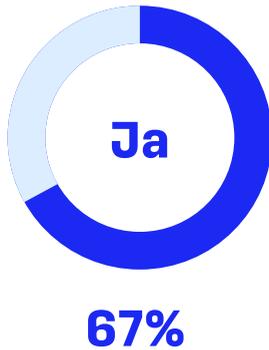
2 von 9

verwenden
konventionelle Dämmstoffe



Im Vergleich dazu liegt der Marktanteil in ganz Österreich von Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen bei nur etwa 3 bis 5%. Konventionelle Dämmstoffe sind aufgrund niedrigerer Rohstoffkosten und etablierter Vertriebsnetze vor allem preislich oft im Vorteil.¹⁷⁵

Setzen Sie bei vorgefertigten Elementen konsequent auf nachwachsende Rohstoffe?



„Wir legen großen Wert darauf, dass wir die Ökologie in jedem Bereich einfließen lassen und verwenden ausschließlich natürliche Baustoffe.“¹⁷⁶ Markus Eder

„Wir verwenden zu 99 % Naturbaustoffe.“¹⁷⁷ Wilhelm Höfler

„Wir versuchen Holz überall dort einzusetzen, wo es geht. Für die Dämmstoffe verwenden wir hauptsächlich Holzfaser und Cellulose, teilweise Stroh, welches aber ein größeres Kostenthema ist.“¹⁷⁸ Martin Simlinger

„Wir bauen hauptsächlich Gebäudeklasse 4 und 5 und sind auch sehr viel im deutschen Markt unterwegs, dort ist die Verwendung von Nawaro Werkstoffen gar nicht zulässig wegen dem Brandschutz. Dadurch müssen wir leider auch häufig Gipskartonplatten oder Gipsfaserplatten für die Brandschutzbekleidung einsetzen, wobei wir versuchen, wenn möglich die Massivholzwände und Decken in Holz Sichtqualität auszuführen.“¹⁷⁹ Hendrik Reichelt

Es werden vor allem verschiedene, natürliche Dämmmaterialien genutzt, wobei die meisten Firmen Holzweichfaserplatten als bevorzugtes Material nennen. Die Firma Naturhaus Wechselland¹⁸⁰ nutzt Stroh und Cellulose, betont aber, dass die Kosten ein wichtiger Entscheidungsfaktor sind. Man müsse sich zudem auch immer den Primärenergieaufwand anschauen, welcher sehr gering bei Cellulose ist, während es bei Stroh überhaupt keinen gebe. Simlinger Holzbau¹⁸¹ betont ebenfalls die höheren Kosten einer Strohdämmung, weswegen sie diese nur selten einsetzen und häufiger Holzfasern und Cellulose wählen. Die Firma WOHNWAGON bevorzugt Schafwolle und bei veganen Projekten müsse auf Hanf- oder Holzfaserdämmplatten ausgewichen werden.¹⁸² Die Holzerarbeitung Ilg¹⁸³ verwendet konventionelle Dämmstoffe, die industriell aus mineralischen Rohstoffen gewonnen werden, wie Mineralwolle und Glaswolle und ebenfalls Holzfaserdämmplatten. Wenn es kostentechnisch möglich ist, verwenden sie seltenerweise auch Schafwolle und Hanf aufgrund der besseren Verträglichkeit, hinsichtlich Juckreiz und Atembeschwerden bei der Verarbeitung. Hendrik Reichelt von Kaufmann Bausysteme¹⁸⁴ nennt Glas- und Steinwolle als primäre Dämmstoffe, da nachwachsende Rohstoffe aus Brandschutzgründen bei ihren Projekten nicht erlaubt sind. Holzbau Eder¹⁸⁵ nutzt Cellulose, Holzweichfaser-Einblasdämmung und vereinzelt Naporo-Dämmung aus Hanf. Simon Breidenbach habe in den meisten Fällen ebenfalls die Erfahrung gemacht, dass eine Holzflexdämmung eingesetzt wird, viele Holzbauer entscheiden sich jedoch auch oft aus Kostengründen für Mineralwolle, obwohl mittlerweile einige nachhaltige Alternativen existieren. Die Mehrheit der Interviewpartner:innen betont

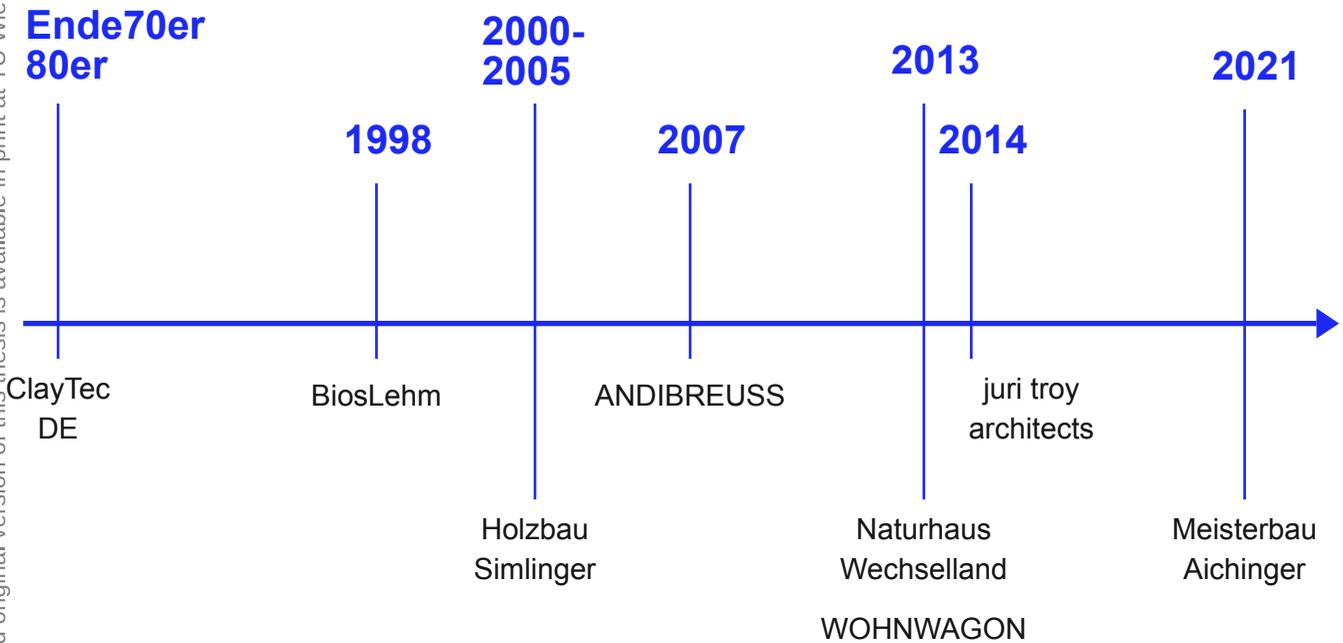
außerdem, wie wichtig ihnen der Einsatz von natürlichen Baustoffen neben den Dämmmaterialien ist. Die Firma WOHNWAGON setzt bewusst auf Lärche für die Außenschalung, Fichte als Konstruktionsholz und Schafwolle als Dämmstoff. Für die Fenster setzen Sie auf Vollholz oder Holz-Alu-Fenster, es werden keine OSB-Platten verwendet, höchstens ökologische ESB Platten für den Aufbau größerer Module. Die Möbel werden aus Massivholz gefertigt und für die Küchen werden Natursteinfliesen und möglichst natürliche Keramik für die Spülen gewählt. Bei der Installationstechnik müssen sie auf Aluminium und Kupferbleche zurückgreifen.¹⁸⁶

Fazit

Die meisten Interviewpartner:innen setzen bevorzugt auf nachhaltige und nachwachsende Rohstoffe, insbesondere Holz, Holzfasernplatten und Cellulose. Holzweichfaserplatten gelten als das effizienteste Dämmmaterial. Allerdings stellen Kosten und gesetzliche Vorschriften, insbesondere beim Brandschutz, Einschränkungen für den Einsatz nachhaltiger Baustoffe dar. Die Vorfertigung ist ein wachsendes Feld mit logistischen Herausforderungen, wobei der Transport eine zentrale Rolle bei der Umsetzbarkeit spielt.

5. Integration von Lehmbaustoffen

Seit wann setzen Sie Lehm ein?



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Simon Breidenbach berichtet, dass Lehm in seiner Familie seit Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre genutzt wird, anfänglich

„als Handwerksunternehmen und jetzt als Hersteller. Warum wir Lehm einsetzen, ist eigentlich tatsächlich kein ideologischer oder nachhaltiger Grund gewesen, sondern vor allem ein bautechnischer. Meine Großeltern waren Architekt:innen und haben viel in der Denkmalpflege am Niederrhein, im Fachwerkbau gearbeitet. Da gab es schon in den Siebzigern die ersten Gebäude, die nach dem Krieg renoviert wurden, aber mit vermeintlich modernen Baustoffen. Nach 20 Jahren waren die Häuser Rott, weil der Feuchtigkeitsaustausch überhaupt nicht funktioniert hat. So hat sich Innen die Feuchtigkeit zwischen Steinen und Holz gesammelt und die Bodenkonstruktion war einfach hinüber. Deshalb war das damals eine einfache bautechnische, nüchterne Entscheidung, wieder auf den historischen Baustoff zu wechseln, weil dieser viel langlebiger ist. Mit Nachhaltigkeit hatten meine Großeltern damals nichts am Hut, das war noch kein Thema Ende der 70er.“¹⁸⁷

Bernhard Wallner¹⁸⁸ setzt seit 1998 auf Lehm. Sein Ansatz ist es, das alte Wissen über Lehm so zu übersetzen, dass es in die heutige Zeit passt. Martin Simlinger¹⁸⁹ nennt Kund:innenwünsche als Auslöser für den Einsatz von Lehm vor 20–25 Jahren. Markus Eder¹⁹⁰ sieht Lehm als sinnvolle Ergänzung zu Holz, vor allem dort, wo seine baulichen Stärken zum Tragen kommen. Die Kombination aus Holz und Lehm wird bei ihnen erst seit etwa 10 Jahren

eingesetzt.

Harald Aichinger¹⁹¹ war zunächst skeptisch, da die feuchte Verarbeitung eine Herausforderung darstellte:

„Wir haben uns länger damit beschäftigt welche anderen ökologischen Materialien es noch neben Holz gibt. Lehm ist einer der ältesten Baustoffe und das einzige, das mich immer davon abgeschreckt hat, war das Auftragen des Lehmputzes im Feuchten durch Aufspritzen und das Achten auf die Elektrik. Die Firma Claytec hat mit den fertigen Trockenelementen, der 22 mm Lehm trockenbauplatte, meiner Meinung nach ein super Produkt geschaffen, mit dem man trocken weiterbauen kann. Mit diesem Produkt wurde ich dann überzeugt.“

Wilhelm Höfler¹⁹² beschreibt, dass sie Lehm seit 2013 verwenden und dabei den Fokus auf Regionalität und handwerkliche Tradition setzen. Das aktuelle System in Österreich sei jedoch auf Gewinnmaximierung ausgerichtet und handwerkliche, regionale Bauweisen seien benachteiligt.

„Im jetzigen System verdienen beim Material sehr viele Leute mit. Wir holen das Holz mondgeschlagen vom Bauern, bringen es zum Sägewerk, es wird getrocknet und dann geht's damit schon auf die Baustelle oder in die Vorfertigung. Das will keiner haben, weil zu wenige Leute daran verdienen.“

Setzen Sie Lehm bereits in der Vorfertigung ein?



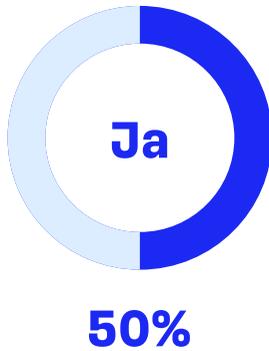
Die meisten Interviewpartner:innen gaben an, dass Lehm bei ihnen erst auf der Baustelle vor Ort zum Einsatz komme und nicht schon im Vorfeld bei der Vorfertigung. Bernhard Wallner¹⁹³ war an Forschungsprojekten zur Lehm-Vorfertigung beteiligt, kam aber zu dem Ergebnis, dass Lehm hier keine Relevanz hat, da industrielle Baustoffe wie Gips, zement- oder magnesitgebundene Produkte effizienter zu verarbeiten wären. Die Firma Naturhaus Wechselland¹⁹⁴ setzt Lehm erst auf der Baustelle ein, für Fußböden im Trockenaufbau, zur Feuchteregulierung am Dach und als Innenputz. Ideen zur Vorfertigung bestehen, doch Gewicht und Transport stellen aktuell noch Herausforderungen dar. Simlinger Holzbau¹⁹⁵ hat bisher Lehm ebenfalls nur auf der Baustelle verarbeitet, forscht jedoch daran, Lehm bereits im Werk zu integrieren. Markus Eder betont, dass vor allem Holz seine Stärke in der Vorfertigung hat, während Lehm durch seine Speichermasse und Nachhaltigkeit überzeugt.¹⁹⁶ Simon Breidenbach¹⁹⁷ berichtet außerdem, dass Lehmbaustoffe aktuell zu etwa 98 % erst auf der Baustelle eingesetzt werden. Transport

und Montage von vorgefertigten Lehmelementen ist technisch möglich, aber die detaillierte Abstimmung mit anderen Bauelementen stelle eine Herausforderung dar. Die Vorfertigung lasse sich jedoch vor allem im Holzbau simpel integrieren, da die Hebewerkzeuge, die aktuell für Fermacell- oder Gipskartonplatten hergenommen werden, ebenso gut für Lehm- bauplatten verwendet werden können. Die notwendigen Klammergeräte werden im Holzbau genauso eingesetzt, somit wären keinerlei Anpassungen notwendig.

Die Firma WOHNWAGON und ANDIBREUSS sind die Einzigen aus der Befragung, die Lehm bereits in der Vorfertigung einsetzen.

WOHNWAGON¹⁹⁸ verwendet seit Beginn ihrer Firmengründung Lehm als Unterputz und eingefärbten Deckputz, damit überschüssige Feuchte schnell aufgenommen und dann auch wieder abgegeben werden kann und somit ein angenehmeres Wohnklima vorherrscht. Die Fertigteilmontage bei Andi Breuss besteht aus einer Holz-Riegel-Konstruktion mit Holzfaser-

Wirkt sich der Einsatz von Lehm auf den Bauzeitplan aus?



dämmung und gestampften Lehmschichten, von 12 cm Innen und 8 cm Außen.¹⁹⁹ Bei der Auswirkung von Lehm auf den Bauzeitplan sind sich sowohl die Firmen, als auch die Expert:innen nicht einig, hierbei ist es auch sehr davon abhängig in welcher Art und Weise der Baulehm angewendet wird. Die Trocknungszeiten werden jedoch von fast allen als zentrale Herausforderung genannt. Wilhelm Höfler²⁰⁰ weist darauf hin, dass Lehm als Naturprodukt nicht beschleunigt werden kann. Die Trocknungsdauer hänge von der Jahreszeit ab, 6–8 Wochen bei optimalem Wetter, bis hin zu 4 Monaten bei ungünstigen Bedingungen:

„Wir empfehlen den Kunden, dass wir es prinzipiell nicht wollen, den Lehmputz beispielsweise im November aufzutragen und dann Trocknungsgeräte laufen lassen müssen. Diesen Primärenergieaufwand wollen wir nicht und das ist natürlich schwierig.“

Simon Breidenbach betont, dass eine geschickte Planung den Bauprozess kaum verzögert. Traditionelle Nassverputzverfahren mit

Dickputz seien jedoch problematisch, da sie lange Trocknungszeiten erfordern und das getrocknete Bauholz erneut Feuchtigkeit ausgesetzt wird. In modernen Anwendungen werden daher Lehmplatten und dünnere Putzschichten bevorzugt, die schneller trocknen. Er fügt hinzu:

„Ich habe einen Fertighaushersteller hier in Wien, der mit Holzweichfasern als Endbeschichtung im Werk arbeitet und wir haben geschaut, wie weit wir gemeinsam mit dem Vorfertigungsgrad kommen. Wir haben die Trocknungszeit der Armierungslage durch die Wärme im Werk zwar auf anderthalb Tage runtergebracht, aber selbst diese Zeit ist in deren Produktionsprozessen nicht darstellbar und wir mussten es doch wieder bauseits machen. Da müssen wir uns auf jeden Fall noch etwas überlegen.“²⁰¹

Bernhard Wallner²⁰² sieht keine Bauzeitverlängerung, wenn der Lehm erst aufgebracht wird, nachdem der Estrich eingebracht wurde und die Lehmaufbringung in der Austrocknungsphase des Estrichs erfolge. Wenn der Lehm

davor oder danach eingesetzt wird, kann es jedoch zu erheblichen Verzögerungen kommen. Martin Simlinger²⁰³ bestätigt, dass die Trocknungszeiten die Bauzeit verlängern. Bei bis zu 12 cm Lehm auf Vorelementen kann es zwei Monate dauern, bis diese transportfähig sind:

„Es ist sehr davon abhängig wie [Lehm] eingesetzt wird und in welchem Bauteil. Es macht einen großen Unterschied, ob ich den Boden aus Stampflehm, eine Stampflehmwand oder Lehmputz einsetze.“²⁰⁴

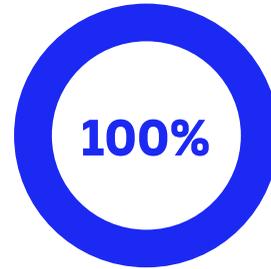
Harald Aichinger erlebt in seiner Firma keine Verzögerungen, da die vorgefertigten Lehmplatten trocken verbaut werden können.

Die Firma WOHNWAGON arbeitet seit Anfang an mit Lehm und hat keine Vergleichswerte, um zu beurteilen, ob es den Bauprozess verlängert. Da bei ihnen Lehmputz meist für die Oberflächen der runden Bauteile als Designelement genutzt wird, spielt die Bauzeit hier eine untergeordnete Rolle.

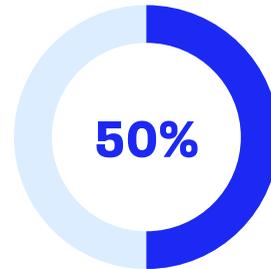
Fazit:

Die Bauzeit hängt stark von der Methode und dem Klima ab, während der Lehm verarbeitet wird. Es kann den Bauzeitplan verlängern, wenn traditionelle Nassverfahren oder dicke Lehmschichten genutzt werden. Moderne Plattenlösungen und dünne Putzschichten reduzieren die Trocknungszeiten erheblich. Die Jahreszeit spielt eine große Rolle, da Lehm nur bei warmem, trockenem Wetter zügig trocknen kann. Bei guter Planung und Integration in bestehende Bauprozesse lassen sich jedoch Verzögerungen minimieren.

Wie setzen Sie Lehm ein?



Lehmputz



Lehmbauplatten

Lehm wird überwiegend als Innenputz und in Kombination mit Holz für Wände und Decken genutzt. Benjamin Kromoser plädiert dafür, dass alle Baumaterialien so eingesetzt werden müssen, dass es am ressourceneffizientesten ist, deshalb sehe er Baulehm als Innenputz, als die beste Einsatzweise.²⁰⁵ Robert Pirker²⁰⁶ betont ebenfalls, dass Lehm vor allem als Innenputz genutzt wird, jedoch bisher selten als tragendes Element in der Konstruktion vorkommt. Er hebt zudem die Vorteile einer Kombination mit Hobelspänen hervor, wodurch eine Holz-Lehm-Dämmung entsteht, die Brand- und Feuchteschutz bietet. BiosLehm²⁰⁷ nutze Lehmputz primär zur Feuchtigkeitsregulierung an Innenwänden und als Schutz gegen elektromagnetische Felder. Die Firma WOHN-WAGON²⁰⁸ verwendet ebenfalls ausschließlich Lehm als Innenputz. Simlinger Holzbau²⁰⁹ setzt auf Lehmbauplatten und Lehmputz, insbesondere für vorgefertigte Holzriegelwände, kombiniert mit Heiz- und Kühlsystemen. Simon Breidenbach²¹⁰ erklärt, dass Lehm fast ausschließlich an Wänden und Decken eingesetzt wird. Besonders wichtig ist Lehm in Kombination mit der Innendämmung, da er Feuchtigkeit reguliert und Probleme mit dem Taupunkt verhindert. Böden aus Lehm seien unwirtschaftlich und aufgrund der begrenzten Strapazierfähigkeit nicht praktikabel. Harald Aichinger bevorzugt Lehm an Wänden, da die Verarbeitung dort einfacher ist:

„Lehmputz an der Decke ist viel schwerer aufzutragen. Die Lehm trockenbauplatten sind auch vom Gewicht sehr schwer und die Befestigung an der Decke ist sehr kraftaufwendig, daher bevorzugen wir Wandflächen. Wir haben bereits Dachschrägen mit Lehm trockenbauplatten ausgeführt, aber verwenden dort in der

Regal Holzweichfaserplatten mit Lehmputz.“²¹¹

Mittlerweile gibt es jedoch auch leichtere Varianten von Lehmbauplatten. Diese enthalten oft Fasern, wie Hanf, Stroh oder Holzfasern, um das Gewicht zu reduzieren, ohne die positiven Eigenschaften des Lehms zu verlieren.

Fazit

Lehm bietet klare Vorteile, insbesondere in der Kombination mit Holz, indem er Feuchtigkeit reguliert und zur Behaglichkeit beiträgt. Historisch wurde er oft aus bautechnischen Notwendigkeiten eingesetzt. Moderne Bauweisen setzen zunehmend auf Trockenelemente, um die Herausforderungen feuchter Verarbeitung zu umgehen. Trotz ökologischer und baulicher Vorteile bleibt die Integration in industrielle Prozesse, als auch der Widerstand des Marktes entgegen regionaler, handwerklicher Methoden eine Herausforderung. Während die Verarbeitung von Lehm erst auf der Baustelle Standard ist, gibt es erste Versuche zur Vorfertigung. Technisch wäre die Integration möglich, jedoch stellen Gewicht, Transport und Effizienz Herausforderungen dar. Besonders in Kombination mit Holz zeigt Lehm großes Potenzial, vor allem als Innenputz. Die Kombination mit Holzweichfaserplatten und Dämmstoffen ist besonders weit verbreitet. Der Einsatz in der Vorfertigung wird zunehmend erforscht, doch Herausforderungen wie Trocknungszeiten erschweren die breite Umsetzung. Lehm spielt eine entscheidende Rolle für Feuchtigkeitsregulierung, Nachhaltigkeit und Raumklima, findet jedoch bisher kaum Anwendung als tragendes Baumaterial.

6. Vorteile und positive Auswirkungen

Einige Vorteile der kombinierten Holz-Lehmbauweise wurden bereits angesprochen und werden in diesem Themenblock gebündelt ausgeführt. Michaela Fodor nennt folgende Punkte als ausschlaggebende Vorteile gegenüber anderen Bauweisen:

„Wenn man den Aufbau wirklich ökologisch durchzieht, dann natürlich die Ökologie. Bei vielen unserer Projekte sehe ich auch den Vorteil darin, in Eigenleistung viel realisieren zu können, da die Verarbeitung recht leicht ist. Fehler können leichter im Nachhinein wieder ausgebessert werden, Zementputz ist ausgehärtet und kann nachträglich nicht mehr bearbeitet werden. Damit kann man auch die Kosten für Handwerker:innen beim Auftragen von Lehmputz umgehen. Ein weiterer großer Vorteil ist die Raumqualität von Holz und Lehm in Kombination. Lehm wirkt durch seine Feuchtigkeitsaufnahme auch der Schimmelbildung vor, wenn nicht ausreichend gelüftet wird.“

Markus Eder²¹² sieht die Vorteile der Kombination von Holz und Lehm besonders darin, dass in der Kombination die Stärken beider Materialien zum Tragen kommen. Lehm gleicht die fehlende thermische Speichermasse des Holzbaus aus, während der Holzbau wiederum durch seine Vorfertigungsmöglichkeiten eine schnelle Bauweise ermöglicht. Er plädiert dafür, die Potenziale dieser Naturbaustoffe vermehrt in Bauprojekten zu nutzen. Robert Pirker²¹³ nennt die Vorteile des Lehms selbst,

die Fähigkeit, Wärme zu speichern, feuchteausgleichend zu sein und Schadstoffe aufzunehmen und zusätzlich seine Eigenschaften in der Kombination. Der Lehm wirkt konservierend für das Holz, weil die Ausgleichsfeuchte geringer ist. Diesem Bereich könne man sich auch noch intensiver widmen, um zu sehen, ob Lehm als einfacher Holzschutz wieder mehr Einsatz findet.

„Richtig eingesetzt, haben alle Menschen positive Erfahrungen mit dem Baustoff Lehm..“

Fazit

Lehm besitzt eine hohe Wärmespeicherkapazität, die Temperaturschwankungen ausgleicht und dadurch den Energiebedarf für Heizung und Kühlung reduziert. Durch die Kombination von Holz und Lehm wird die Masse der Bauteile erhöht, wodurch ein verbesserter Schallschutz erreicht wird. Die konservierende Wirkung von Lehm auf Holz verbessert die Langlebigkeit des Holzes und kann zudem den Brandschutz verbessern, indem es die Entflammbarkeit reduziert. Sowohl Holz als auch Lehm sind natürliche, nachwachsende Baustoffe mit geringer Umweltbelastung und ihre Verwendung trägt zur Reduzierung von CO₂-Emissionen bei. Lehm kann wiederverwendet werden, Holz ist biologisch abbaubar. Die Kombination sorgt für weniger Energieverbrauch in der Produktion und Nutzung.²¹⁴

7. Nachteile und Hindernisse

Die Interviewpartner:innen, die bereits mit Lehm gearbeitet haben, wurden zu Hindernissen befragt, die sie in ihrer Praxis bisher erlebt haben. Markus Eder berichtet von negativen Erfahrungen mit einem dick aufgetragenem Lehmputz, der nach zehn Jahren abbröckelte:

„Der Putzer hat bei einem Projekt 4 cm Lehmputz auf Stroh als Putzträger aufgebracht. Ich habe vor zwei Monaten mit der Kundschaft gesprochen, die sind 10 Jahre später nur knapp glücklich damit. Der Putz bröseln und bricht ab, Ökologie hin oder her, aber das ist danebengegangen. Ich habe positivere Erfahrungen mit einer Dünnschicht aus Lehm gemacht. Leistbarkeit und Haltbarkeit müssen besser sein.“²¹⁵

Dünnschichtige Anwendungen sind seiner Meinung nach praktikabler, während die Leistbarkeit und Haltbarkeit von Lehm insgesamt verbessert werden müssten. Michael Egger nennt weitere Herausforderungen:

„Einerseits ist es ein Riesenproblem, dass es [in Österreich] keine oder wenige Normen gibt, weil damit auch die Gewährleistung zusammenhängt, die die Firmen geben müssen oder sollten. Der zweite Punkt sind die wenigen Anbieter:innen von Produkten und auch Handwerker:innen. Der dritte Punkt sind dann die Kosten, weil es ein sehr arbeitsintensives Material ist und die Arbeitszeiten ein großer Faktor sind, der die Kosten ausmacht. Noch ein vierter Punkt in Klammer wäre, dass es noch sehr

wenig moderne Referenzprojekte gibt. Lehm-bau hat immer noch so ein altbackenes Image, obwohl es natürlich schon sehr moderne Einsatzfähigkeiten und Möglichkeiten gibt.“²¹⁶

Pius Ilg²¹⁷ sieht ebenfalls die größte Hürde in der langen Verarbeitungszeit von Lehm.

Robert Pirker²¹⁸ ergänzt, dass Lehm in vielen Bereichen noch nicht marktüblich ist und oft als experimentell gilt. Der höhere Preis von Lehmputz gegenüber konventioneller Putze schreckt potenzielle Bauherr:innen ab. Zudem wird Lehm häufig nur mit Behaglichkeit assoziiert, während seine Vorteile für die Gesundheit und das Raumklima, insbesondere bei zunehmenden Hitzetagen in der Zukunft, stärker betont werden sollten. Martin Simlinger²¹⁹ nennt als zentrale Herausforderungen das Finden von Fachkräften, den Schmutz während der Bauphase, lange Trocknungszeiten und die Zuverlässigkeit der ausführenden Betriebe. Michaela Fodor²²⁰ sieht die Herausforderung in der speziellen Handhabung von Holz- und Lehmoberflächen. Nutzer müssen geschult werden, man könne nicht willkürlich Löcher in die Wand bohren und es wieder einfach zuspachteln. Beim Lehm kommt es auf die Verarbeitung an, da könne man die Bohrlöcher wieder einfach füllen, im Holz jedoch habe man für immer das Loch. Außerdem müssen Möbel mit Abstand zur Wand aufgestellt werden, um die Feuchtigkeitsregulierung nicht zu beeinträchtigen. Bau-träger könnten dies als Nachteil sehen.

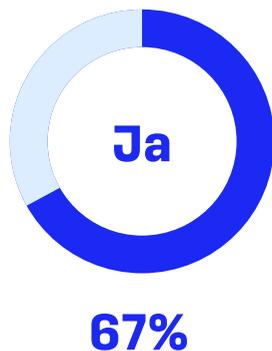
..falsch eingesetzt , führt es zu Widerstand und Hürden.“²²¹

Fazit:

Die größten Herausforderungen im Umgang mit Lehm im Bauwesen sind technischer, wirtschaftlicher und praktischer Natur. Es fehlen Normen und verlässliche Gewährleistungen in Österreich, wodurch die Akzeptanz am Markt erschwert wird. Wirtschaftlich ist Lehm aufgrund hoher Arbeitskosten und längerer Verarbeitungszeiten teurer als konventionelle Baustoffe. Auch das geringe Angebot an Fachkräften und spezialisierten Betrieben stellt bei mehreren befragten Betrieben ein Problem dar. Zusätzlich leidet der Lehmbau unter einem veralteten Image, obwohl er moderne Einsatzmöglichkeiten bietet. Um Lehm im Bauwesen stärker zu etablieren, müssten Normen geschaffen, Kosten reduziert und seine Vorteile stärker in der breiten Masse betont werden.

8. Marktsituation und Verfügbarkeit

Gibt es genügend Anbieter:innen von Lehmbaustoffen?



Die Verfügbarkeit von Lehmbaustoffen ist regional unterschiedlich ausgeprägt. Während einige Interviewpartner:innen die Auswahl an Anbieter:innen als ausreichend empfinden, sehen andere eine klare Marktlücke. Laut Simon Breidenbach gibt es in Deutschland mit ClayTec und der kleineren Firma Conluto nur zwei größere Anbieter:innen, die bereit sind mit ihrem eigenen Geld in den Markt zu investieren. In Österreich ist die Situation noch kritischer, da es kaum Firmen gibt, die Geld in die Entwicklung des Marktes stecken. Der Dachverband Lehm in Deutschland wird von Unternehmen getragen, während innerhalb des Netzwerk Lehms in Österreich vor allem Professor:innen und Leute, die eigentlich nichts mit der Baupraxis zu tun haben, beteiligt wären. Das hemme die Marktentwicklung:

„Hier fehlt das Geld und wir als ClayTec, als deutsche Firma werden auch kritisch gesehen, dass die Deutschen hier wieder ankommen und was vorantreiben müssen. Es gibt zu wenig Anbieter:innen, um den Markt wirklich besser zu gestalten. Es ist auf jeden Fall im Kommen, aber man braucht angrenzende Verbände.“²²²

Michael Egger findet ebenfalls, dass es nicht genügend Anbieter:innen auf dem Markt gebe:

„Es gibt vereinzelt Firmen wie ClayTec, die man kennt, aber es ist halt schwierig in einem Markt, wo es wenig Konkurrenz gibt, denn da gibt es auch wenig Preisdruck. Ein noch größerer Faktor sind die Firmen, die die Produkte dann auf der Baustelle verarbeiten, hier gibt es auch nur wenige und noch schwieriger ist es, eine Firma zu finden, die den Aushublehm

*verwendet. Das war bei unserem Projekt Windkraft Simonsfeld sehr schwierig. Da haben wir im deutschsprachigen Raum nur drei Angebote bekommen und nur eine Firma davon hat wirklich den Aushublehm verwendet. Die anderen hätten das vorgefertigt und über 1000 Kilometer hergebracht, aber das ist halt nicht unser Gedanke. Wir haben uns für ProLEHM Frauwallner aus der Steiermark entschieden, sie waren sehr engagiert und wir waren sehr zufrieden.*²²³

Wilhelm Höfler²²⁴ hingegen hält die Versorgung in Österreich generell für gut. Sie arbeiten ebenfalls viel mit ProLEHM zusammen, außerdem nennt er die Firmen Hirschmugl und Sonnenklee, für Kalk wäre die Firma Dullinger in Kärnten sehr gut. Die Materialkosten wären bei ihnen kein Problem, sondern dass die Arbeitsleistung weit höher ist und heutzutage vor allem Facharbeiter mehr kosten würden. Martin Simlinger²²⁵ schätzt die Situation ähnlich ein und nennt die Hersteller Egginger Naturbaustoffe oder Sand und Lehm Zöchbauer, die in ihrer Region ausreichend Lehmprodukte anbieten. Robert Pirker²²⁶ findet die Nachfrage speziell in der Steiermark mit Anbieter:innen wie ProLEHM und ClayTec ausreichend gedeckt. Michaela Fodor²²⁷ nennt zusätzlich Anbieter:innen wie Lehm Plus, Hirschmugl, Levita Lehm. Außerdem habe Andi Breuss eine eigene Lehmgrube, aus der er das Material beziehen könne. Bernhard Wallner hebt hervor, dass der Preis den Markt und die Wahl der Anbie-

ter:innen bestimmt. Transportkosten spielen eine große Rolle und Lehm müsse oft aus weit entfernten Regionen importiert werden, wodurch sich der Preis erhöht. Seine eigene Beschaffung richtet sich nach dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis.

*„Wir produzieren für den mitteleuropäischen Markt derzeit in Bayern, nicht weil ich die Firma LEVITA LEHM in Malching so schätze, sondern weil sie mir das von mir definierte Material zum besten Preis liefern können. Für die Bauvorhaben im Norden von Europa an der Ostsee, produziert die Firma UKU in Estland nach meinen Vorgaben. Es würde ja keinen Sinn machen, aus Bayern den Lehmputz hinaufzuführen.“*²²⁸

Die Firma WOHNWAGON setzt ausschließlich auf Naturbaustoffe und hat deshalb nie einen Preisvergleich zwischen Lehm und konventionellen Putzen durchgeführt. Dies zeigt, dass bewusst nachhaltige Firmen, weniger preissensitiv sind, während größere, gewerbliche Bauprojekte, stark auf Kosteneffizienz achten. Martin Simlinger²²⁹ empfindet die Situation sehr ähnlich, Anbieter:innen am Markt gäbe es genug, das Thema ist dann eher zuverlässige und gute Verarbeiter zu finden. In ihrer Nähe gebe es beispielsweise die Hersteller Egginger Naturbaustoffe oder Sand und Lehm Zöchbauer, die ausreichend Lehmprodukte anbieten. Meisterbau Aichinger²³⁰ beziehe die Lehmstoffe von der Firma ClayTec, sie haben bereits zwei bis drei andere Firmen probiert, bei denen die

Qualität jedoch überhaupt nicht gepasst habe. Die Firma ClayTec achte in ihren Werken immer darauf, dass die Rohstoffe regional sind. Das sei mittlerweile nicht nur eine ökologische, sondern auch eine ökonomische Entscheidung, Transportwege so gering wie möglich zu halten und regional zu produzieren. Sie beziehen den Lehm immer von Kiesgruben, da die Deckschicht auf Kiesgruben in den meisten Fällen aus Lehm sei und dort ein Abfallrohstoff ist. Dieser Lehm ist ein recht magerer Lösslehm, mit stark gleichbleibender Qualität. Für Lehm- baustoffe benötige man einen recht mageren Lehm, weil man diesen sonst mit Sand abmagnen müsse. Umso fetter der Lehm, desto mehr Sand muss ihm zugegeben werden und es gibt weniger Sand, als Lehm. Wenn man jeden Tag 200-300 Tonnen braucht, benötige man gleichbleibende Qualität, was gar nicht so einfach wäre. Sie haben für ihr Werk in Bayern ein halbes Jahr gebraucht, um regionale Rohstoffe zu finden, mit denen man ein DIN konformes Material herstellen könne. Werte wie Abriebfestigkeit, Druckfestigkeit, Maschinengängigkeit und Verarbeitbarkeit erschweren die Suche.

„Der Lehm hier unterhalb von Wien ist zum Beispiel ein sehr fetter Lehm. Damit kannst du keine Baustoffe herstellen, nicht einmal die Ziegelindustrie. Wir als größter Hersteller haben ein halbes Jahr gebraucht, um ein sauberes Produkt herauszubringen. Den Aushub bei

einem Einfamilienhaus zu verwenden, ist wirtschaftlich überhaupt nicht darzustellen.“²³¹

Simon Breidenbach²³² gibt außerdem an, dass die höheren Kosten von Lehm- baustoffen hauptsächlich durch fehlende Skaleneffekte entstehen. Da die Produktionszahlen gering sind, bleiben die Herstellungskosten hoch. Die Marktgröße ist noch nicht ausreichend, um eine kostengünstigere Produktion zu ermöglichen. Michaela Fodor²³³ weist darauf hin, dass die Baukosten generell ein zentrales Thema in der Bauwirtschaft sind. Besonders im Einfamilienhausbau sei Holz preislich mit Ziegel vergleichbar, während der Lehm- bau durch Fachkräftemangel und hohe Eigenleistungsanforderungen zusätzlich erschwert wird. Stampflehm- böden wären zum Beispiel beliebt, aber aufgrund ihrer hohen Herstellungskosten oft nicht realisierbar. Martin Simlinger²³⁴ sieht den Einsatz von Lehm als leistbar, wenn an anderen Bauteilen gespart wird. Besonders in Massivholzprojekten gibt es nur wenige Flächen, die mit Lehm verputzt werden, wodurch sich die Kosten in Relation zum Gesamtprojekt oft als unbedeutend erweisen. Markus Eder beschreibt Lehm ebenfalls als ein eher luxuriöses Produkt, das preislich nicht in die Kategorie der günstigen Baustoffe fällt, sondern einen hohen Kostenfaktor darstellt.

Fazit:

Die Verfügbarkeit von Lehmbaustoffen ist regional unterschiedlich ausgeprägt. Während einige Expert:innen eine ausreichende Anbieter:innenzahl sehen, sehen andere eine deutliche Marktlücke in Österreich. In Deutschland gibt es mit ClayTec und Conluto nur wenige große Anbieter:innen, während in Österreich die Situation noch schwieriger ist, da kaum Unternehmen in die Marktentwicklung investieren. Der Markt wird daher von wenigen Unternehmen dominiert, wodurch Wettbewerb und Preisdruck reduziert und die Kosten erhöht sind. Die meisten Firmen möchten vor allem aus ökologischen Gründen weite Transportwege vermeiden, außerdem spielen die Transportkosten ebenfalls eine wesentliche Rolle in der Preisgestaltung. Viele Unternehmen suchen deshalb gezielt nach wirtschaftlich sinnvollen Produktionsstandorten in ihrer Nähe. Lehmprodukte erfordern strenge Qualitätskontrollen und erfordern einen aufwendigen Produktionsprozess. Eine breitere Marktdurchdringung wäre durch mehr Investitionen und eine optimierte Logistik möglich. Ein weiteres Problem sind fehlende Verarbeitungsbetriebe, beispielsweise für die Nutzung von Aushublehm. Während einige Unternehmen bewusst auf Lehm setzen und weniger preissensitiv sind, steht bei größeren Bauprojekten die Kosteneffizienz im Vordergrund.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die hohen Material- und Verarbeitungskosten zentrale Herausforderungen sind. Trotz wachsendem Interesse fehlt es an Skaleneffekten, wodurch die Preise hoch bleiben. Die Marktentwicklung hängt außerdem stark von regionaler Förderung, der Anzahl der Anbieter:innen und optimierten Verarbeitungsmöglichkeiten ab.

9. Zertifizierung, Normierung, Genehmigungen

Welche Erfahrungen haben Sie mit der Bewilligung von Holz-Lehm-Systemen gemacht?

Die Firma BiosLehm, Meisterbau Aichinger, Naturhaus Wechselland und die Expert:innen Ferdinand Prinz und Benjamin Kromoser sehen keinen Unterschied zwischen der Genehmigung von Holz- und Holz-Lehmbauten. Statistisch gesehen gibt es keine Auswirkungen und die Bewilligung sei nicht komplizierter als bei reinen Holzbausystemen. Martin Simlinger²³⁵ weist darauf hin, dass Lehm im Innenausbau als Speichermasse oder Oberfläche kein Problem darstellt. In Forschungsprojekten gibt es jedoch Anforderungen an Luftdichtheit und Wärmedämmwerte, die durch Prüfungen nachgewiesen werden müssen. Simon Breidenbach erklärt, dass Lehm im Einfamilienhausbau in der Regel keine Genehmigungsprobleme verursacht, da er in den meisten Fällen als nicht brennbarer Baustoff, der Baustoffklasse A1, eingestuft werde. Schwierigkeiten treten jedoch ab Gebäudeklasse 3 und 4 auf, da für jede Änderung, beispielsweise die Materialdicke, oder andere Befestigungsmittel, neue Prüfungen erforderlich sind.

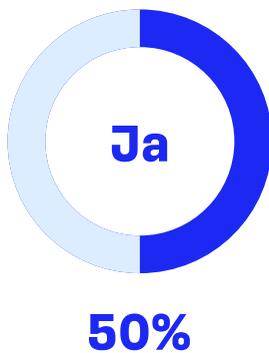
„Wenn ein Aufbau beispielsweise aus 10 cm Holzmassiv mit Lehmbauplatten geprüft und gebaut wird, müssen bei 12 cm erneut Prüfungen vom Aufbau durchgeführt werden. Je niedriger die Gebäudeklasse ist, umso einfacher sind die Bewilligungen. In den höheren

Gebäudeklassen ist es tatsächlich aktuell nicht möglich. Man kann zwar eine zugelassene Konstruktion, zum Beispiel eine Fermacell- oder Gipskartonplatte mit Lehm verputzen, um keine Probleme zu haben, dann hat es jedoch nichts mehr mit einem nachhaltigen Aufbau zu tun.“²³⁶

Während Lehm-Holz-Systeme im Einfamilienhausbau problemlos genehmigt werden, treten in höheren Gebäudeklassen Herausforderungen auf. Der Hauptgrund ist der Mangel an geprüften Konstruktionen und standardisierten Zertifizierungen. Jede Abweichung von bestehenden Aufbauten erfordert neue Prüfungen, dadurch wird der Planungs- und Genehmigungsprozess erheblich erschwert. Für den Innenausbau und den Einsatz als Putz gibt es jedoch keine Einschränkungen. In der Praxis unterscheiden viele Bauvorhaben nicht zwischen der Genehmigung von reinen Holzbauten und Holz-Lehmbauten, solange keine höheren Anforderungen bestehen.

Simon betont auch welche zentrale Rolle die DIN-Normen für mehr Akzeptanz von Lehm als Baustoff gespielt haben. Er hebt hervor, dass Zertifizierungen Vertrauen bei allen Beteiligten, wie Architekt:innen, Planer:innen, Handwerker:innen und Bauherr:innen schaffen und dazu beitragen, Lehm aus seinem negativen Image

Spielt die Zertifizierung bzw. die Normierung von Lehmstoffen eine Rolle für Sie?



herauszuholen. Besonders in Österreich, wo Architekt:innen eine sehr lange Haftungspflicht haben, seien Normen essenziell. Ohne Zertifizierungen bleibe Lehm ein Nischenprodukt, das sich nicht gegen standardisierte Baustoffe durchsetzen kann.²³⁷ Michael Egger²³⁸ empfindet die Zertifizierung genauso wichtig für die Akzeptanz und die Gewährleistung, sowohl aus Sicht der Bauherr:innen, als auch der ausführenden Firmen. Für Meisterbau Aichinger und WOHNWAGON spielten Zertifizierungen bisher keine Rolle, so bestätigt auch Bernhard Wallner, dass Lehmputz eine untergeordnete Rolle spielt und er keine Auswirkungen auf Genehmigungsverfahren hat. Eine CE-Zertifizierung sei hierbei ausreichend.²³⁹

Wilhelm Höfler sieht das Ganze differenzierter:

„Für den Kunden spielt es eine Rolle. Für mich als Ausführender brauche ich es nicht. Für den Kunden ist es schon wichtig, dass wir zertifiziertes Stroh und einen zertifizierten Wandaufbau haben.“

Michaela Fodor²⁴⁰ bestätigt, dass Zertifizierungen für kleine Einfamilienhäuser weniger relevant, für den breiten Markt jedoch essenziell sind. Sie betont auch die Notwendigkeit einer Handwerksausbildung in Österreich und fordert eine Open-Source-Plattform für zertifizierte Lehmbausysteme, um die Entwicklung in der Bauwirtschaft zu beschleunigen.

Fazit

Die Bedeutung von Zertifizierungen im Lehmbaubereich wird unterschiedlich bewertet. Während einige Interviewpartner:innen sie nicht für notwendig halten, argumentieren andere, dass sie für eine breite Marktdurchdringung unerlässlich sind. Besonders Simon Breidenbach und Michael Egger betonen, dass Normen für die Akzeptanz und Gewährleistung entscheidend sind, um Lehm als konkurrenzfähigen Baustoff zu etablieren. Ohne Zertifizierungen bleibt Lehm ein Nischenprodukt, das sich schwer gegen normierte Baustoffe durchsetzen kann.

Welche Aufbauten aus Holz und Lehm verwenden Sie? Haben Sie davon U-Wert, Schallschutz, Brandschutz etc.?

Michael Egger, Architekt bei juri troy architects, berichtet, dass sie bei einem ihrer Projekte aufgrund fehlender Berechnungskennwerte umplanen mussten:

„Wir wollten bei dem Projekt Simonsfeld den Lehmkern auch statisch aktivieren, aber der Statiker konnte das nicht berechnen, weil es noch keine entsprechenden Kennwerte gibt. Deshalb haben wir es mit Holz kombinieren müssen. Werte wie U-Wert, Schallschutz, Brandschutz waren in diesem Fall dann kein Thema mehr, weil der Lehm nicht in der Außenwand war, wo es dann meistens notwendig wird.“²⁴¹

Die Firma Naturhaus Wechselland und Meisterbau Aichinger bestätigen, dass sie ebenfalls über alle notwendigen Werte verfügen. Harald Aichinger²⁴² verweist zudem auf die Firma ZMP, die detaillierte Aufbauten von Holzmassivwänden bereitstellt. Die Holz-Lehm-Aufbauten der Firma Claytec hängen stark von der entsprechenden Holzkonstruktion ab. Das Unternehmen hat über 60 geprüfte Detailzeichnungen mit U-Werten, Schallschutz- und Brandschutzprüfungen erstellt, die in einem Trockenbauleitfaden zusammengefasst sind. Simon Breiden-

bach betont den hohen finanziellen Aufwand für die Prüfungen und kündigt weitere Produktentwicklungen im Brandschutzbereich an.²⁴³ Das Planungsbüro von ANDIBREUSS erreiche mit seinem Fertigteilsystem U-Werte von 0,15 – 0,17 W/(m²K) und kommt somit fast auf Passivhausstandard. Michaela Fodor betont, dass die Dämmebene immer an die statischen Gegebenheiten angepasst werden müsse, um nicht unnötigerweise zu viel Dämmmaterial zu verwenden. Ein patentiertes System für den Brandschutz fehle noch, wird aber als nächster Schritt angestrebt.²⁴⁴

BiosLehm habe alle erforderlichen Prüfungen durchgeführt:

„Ja, wir haben alle diese Werte. Ich habe Brandschutzprüfungen für Holz-Lehm-Aufbauten mit der Holzforschung Austria gemacht und auch mit der Holzindustrie, der KLH, Prüfungen zum Schallschutz durchführen lassen. Ich bin der Einzige, der wirklich funktionierende Holzbau Detailzeichnungen hat.“²⁴⁵

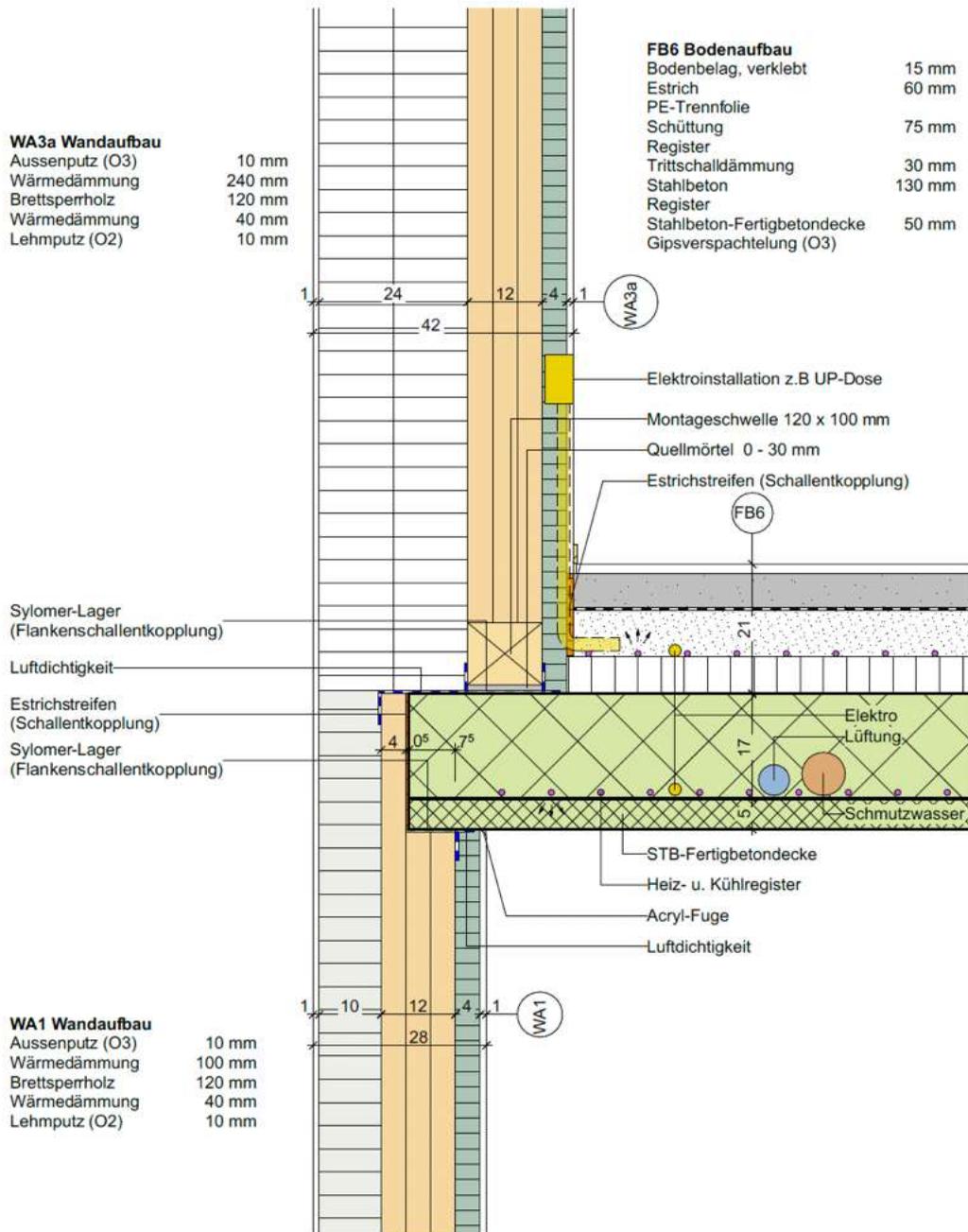


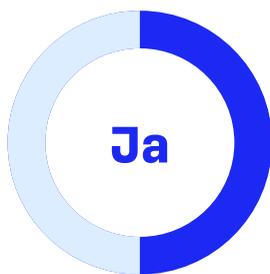
Abb.110: Detail Wandaufbau Firma BiosLehm

Fazit

Die technischen Werte für Holz-Lehm-Aufbauten sind bei den meisten Interviewpartner:innen vorhanden, wobei einige bereits selbst umfassende Prüfungen durchgeführt haben. Besonders die Brandschutzprüfung stellt eine Herausforderung dar, da es fast keine standardisierten, patentierten Systeme gibt. Fehlende statische Kennwerte erschweren zudem innovative Anwendungen, wie die Aktivierung eines statischen Lehmkerns. Die detaillierte Ausarbeitung der Holz-Lehm-Aufbauten variiert je nach Unternehmen, während einige über vollständige Zeichnungen und Gutachten verfügen, sind andere noch in der Entwicklungsphase.

10. Fachkräfte

Verfügen Sie über eigene Lehmbau-Fachkräfte in der Ausführung?



50%



50%

Die Hälfte der befragten Personen bezieht Lehmbau-Fachkräfte, wie Handwerker:innen für die Ausführung von Außen ein. Die Beratung und Planung wird in allen Büros und Zimmerein bzw. Holzbaufirmen intern gestellt. Bernhard Wallner unterscheidet zwischen Fachkräften im Planungsbereich und in der Ausführung. Er sieht die Hauptverantwortung für den Lehmbau bei Architekt:innen, weniger bei Handwerker:innen:

„Die Frage ist ja viel mehr, was ist eine Lehmbau Fachkraft? Da könnte man über eine Lehmbau Fachkraft nachdenken, die nur Lehmputzer ist, oder dass es bei einem Fachplaner:innen eine Fachkraft geben müsste. Es muss auch bei einem Architekt:innen im Architekturbüro eine Lehmbau Fachkraft geben. Wir haben 94 Mitarbeiter im Architekturbetrieb in der Schweiz. Dort gibt es eigene Leute, die sich mit der Konstruktion beschäftigen und das sind auch Lehmbaufachkräfte, die den Baustoff rich-

tig einsetzen. Die Verarbeitung ist völlig egal, wenn ich das als Architekt und Bauträger will, macht mir das jeder Verputzer und Gipser. Der Zugang ist der Falsche, der gewählt wird. Wir brauchen mehr Architekt:innen, die es richtig machen und nicht mehr Lehmbaufachkräfte als Hackler.“²⁴⁶

Juri troy architects und ANDIBREUSS organisieren sich ähnlich mit einer internen Planung und einer externen Ausführung. ANDIBREUSS²⁴⁷ hat mehrere lehmfachkundige Personen und arbeitet für die Ausführung mit externen Handwerker:innen zusammen. Mit einigen Holzbaufirmen arbeitet er regelmäßig zusammen, somit kennen sie auch sein System. Michael Egger beschreibt den Ablauf bei juri troy architects wie folgt:

„Wir machen die Planung bürointern und die Ausführung läuft Hand in Hand mit den ausführenden Firmen von Außen. Es ist wichtig,

*dass man sich wirklich zusammensetzt und bespricht, was uns wichtig ist und was die Einschätzung der Ausführenden dazu ist. Es ist ein Ping Pong Spiel, dass auch wir unsere Pläne dahingehend anpassen, dass die Ausführung Sinn macht und es am Ende so ausschaut, wie es ausschauen soll.*²⁴⁸

Meisterbau Aichinger kooperiert mit einer Partnerfirma, die sich auf Lehmputz spezialisiert hat und zu 70 % fast nur noch für sie arbeitet. Mittlerweile verwenden sie für ihre Bauvorhaben sehr viel Außenputz auf Holzweichfaser und Innen Lehmputz auf Lehm Trockenbauplatten.²⁴⁹ Im Gegensatz dazu haben die Firmen Naturhaus Wechselland und WOHNWAGON eigene Mitarbeiter:innen in ihrem Team für die Ausführung. Wilhelm Höfler betont, dass sie einige der besten Lehm bau-Expert:innen in Österreich haben, aber kritisiert den Fachkräftemangel im Lehm bau und die geringe Anzahl an erfahrenen Handwerker:innen:

„Wir haben keine Facharbeiter mehr. Es ist aus, es ist wirklich aus. Es gibt so viel Leute, die im Büro arbeiten, aber keinen mehr auf der Baustelle. Wir haben ein Riesenproblem, denn wir haben Niemanden, der uns den Lehm verputzt. Wir haben einen Lehmputzer, der eine Partie führt mit 63. Es ist die reinste Katastrophe.“²⁵⁰

Die Firma WOHNWAGON hat Expert:innen für

den Trockenbau, die den Umgang mit Naturbaustoffen gelernt haben.²⁵¹ Simon Breidenbach thematisiert, dass es kaum spezialisierte Lehm bau-Fachkräfte gibt und Unternehmen selbst ausbilden müssen. Er sieht es als Bereicherung Fachleute aus anderen Industrien heranzuziehen: „

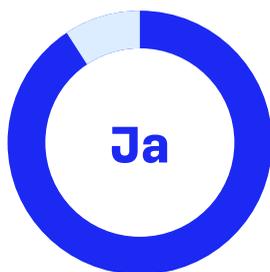
*Unsere Mitarbeiter kommen in den wenigsten Fällen aus dem Bereich der Lehm baustoffe. Unser stellvertretender technischer Leiter ist beispielsweise Bauingenieur und kommt aus dem Bereich der Baukunststoffe. Wir hatten auch Bewerbungen, die dann vorlegen konnten, dass sie in Berlin bei einem Lehminstitut waren oder im Irak irgendwelche Forschungen zu Lehm gemacht haben, nett, aber das hilft mir bei diesen ganzen Prüfungen nicht weiter.*²⁵²

Fazit

Die Aussagen zeigen eine geteilte Einschätzung zum Thema Fachkräfte in der Lehm bau Branche. Einige Unternehmen setzen auf eigene Fachkräfte, während andere auf externe Handwerker:innen und spezialisierte Partnerfirmen zurückgreifen. Ein zentrales Problem ist der Fachkräftemangel, insbesondere für die Ausführung auf der Baustelle. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass die Kompetenz im Lehm bau nicht nur bei Handwerker:innen, sondern auch verstärkt bei Architekt:innen und Planer:innen liegen sollte. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Planer:innen und Handwerker:innen ist entscheidend, um den bestmöglichen Einsatz von Lehm baubaustoffen zu gewährleisten.

11. Fachwissen und Ausbildung

Denken Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist?



91%



9%

Die befragten Personen sind fast alle der Meinung, dass es eine verstärkte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus geben sollte, sie haben jedoch unterschiedliche Meinungen in welchem Ausmaß und in welchen Bereichen die Notwendigkeit am größten ist. Simon Breidenbach ist der Einzige, der eine umfangreichere Ausbildung im Lehmbau absolut nicht als erforderlich ansieht, da genormte Lehmbaustoffe mit gleichbleibender Qualität von Handwerker:innen ohne Spezialkenntnisse verarbeitet werden können:

„In Österreich reden plötzlich alle von der Fachkraft Lehmbau, aber das sind nicht diejenigen, die täglich auf der Baustelle stehen oder im Tagesgeschäft wirklich mit Lehmbaustoffen arbeiten. Die Hürde mit Lehm anzufangen, wird größer, wenn alle Leute davon reden, wie umständlich es ist diese Spezialausbildung machen zu müssen. Ich kann den Baustoff auch extra kompliziert machen und dann kauft mir keiner ab. Daher gehen wir mit den deutschen

Verbandskollegen auch wieder einen anderen Weg, indem wir das wieder deutlich einfacher gestalten und die Fachkraft Lehm wieder kompakter machen. Außerdem schulen wir zum Beispiel unsere Handwerker:innen durch Veranstaltungen bei Handelspartnern, bei Baustoffhändlern oder der Maschinenteknik. Wir machen Kombischulungen und holen die Handwerker:innen zu einem vertrieblichen Event dazu. Du brauchst guten Handwerker:innen nur einmal den Berührungspunkt lehren. Sie müssen nur sehen, dass Lehm eine Sackware ist und in eine Putzmaschine kommt, die genauso funktioniert wie bei jedem anderen Putz auch. Man muss Trocknungszeit und Wassermenge beachten und schon kann es losgehen. So setze ich die Hürden für den Start mit Lehm sehr niedrig und die Leute haben somit auch Lust drauf, ansonsten fängt keiner damit an.“²⁵³

Harald Aichinger, Wilhelm Höfler und Martin Simlinger betonen die Notwendigkeit, Lehm-bau stärker in den Holz- und Trockenbau zu in-

tegrieren. Harald Aichinger schlägt sogar einen eigenen Beruf des „ökologischen Innenausbauers“ vor.²⁵⁴ Pius Ilg, Facharbeiter der Harald Ilg Holzverarbeitung, sieht es ähnlich:

„Um den Lehmbau in Zukunft mehr anzuwenden, wird es auf jeden Fall eine zusätzliche Ausbildung geben müssen oder eine Integrierung in die Zimmererausbildung.“²⁵⁵

Martin Simlinger, der Geschäftsführer von Simlinger Holzbau, sieht die Schwierigkeit, dass Lehmbau keiner klassischen Handwerksgruppe zuzuordnen ist:

„Ich merke bei unseren Zimmerern, dass sie das Arbeiten mit Lehm derzeit noch eher ablehnen, weil wir mit Baustoffen die mit Wasser angerührt werden und an der Wand verschmiert werden, in der Regel nichts zu tun haben.“

Er bemerke außerdem die Scheu den Baustoff Lehm einzusetzen bei seinen firmeninternen Zimmerern. Er sagt, es müsse einen Grund haben, warum so wenige damit arbeiten wollen, obwohl es so ein angenehmer Baustoff ist, der nicht giftig und gutmütig zu verarbeiten ist. Vielleicht fehle die eindeutige Zugehörigkeit, weil der Lehmputzer fast ein eigenes Gewerk ist, er ist weder Maurer noch Maler und die Ausführenden sind aktuell irgendwo dazwischen. Das wäre von der Arbeitsweise und dem Werkzeug

etwas ganz anderes. Für ihre Projekte arbeiten sie vor allem mit Leuten zusammen, die aus dem Maurer oder Maler Hintergrund kommen. Er glaubt es sollte am besten eine Kombination aus einer theoretischen und praktischen Ausbildung sein. Grundsätzlich sollte jeder die technischen Hintergründe kennen, aber bisher sehe er mehr die Scheu die Produkte anzuwenden als Hürde. Es ist das eine zu wissen, was der Baustoff kann, aber es brauche in der großen Mehrheit Anwender. Jeder wolle schön wohnen, aber unterm Strich ginge es darum, ob man sich das finanziell leisten könne.²⁵⁶ Wilhelm Höfler²⁵⁷ spricht sich ebenfalls eindeutig für eine vermehrte Ausbildung in der Lehmbranche aus. Sie haben in der Steiermark einen großen Mangel an Verputzern und die Fachkräfte seien auf der Baustelle extrem rückgängig. Ferdinand Prinz²⁵⁸ sieht für Putzarbeiten mit Lehm eher weniger eine Notwendigkeit für eine spezielle Ausbildung, im massiven Lehmbau hingegen brauche es mit Sicherheit eine Schulung. Markus Eder²⁵⁹ ist skeptisch gegenüber der Einführung eines eigenen Berufs für Lehmputzer, sieht aber die Notwendigkeit für mehr Fortbildungsangebote. Lehm sei auf jeden Fall anders zu verarbeiten und es werde zur Fortbildung fast nichts angeboten, außer es interessiere einen und man bilde sich selbst weiter. Sie haben beispielsweise in der Vergangenheit einen Lehmverputzer von Außen dazugeholt, aber den gebe es mittlerweile auch schon nicht mehr. Der habe sich sehr vielversprechend angehört, aber war nie mehr gesehen. Michaela Fodor, Robert Pirker, Hendrik Reichelt und Michael Egger fordern mehr Inhalte an Universitäten, insbesondere in der Tragwerkslehre und der Bauphysik, damit Lehm als Baustoff gleichwertig behandelt wird. Michael Egger und Hendrik Reichelt sehen den

aktuellen Diskurs um Lehmbau vor allem in akademischen Kreisen und forcieren eine breitere Ausbildung in allen Richtungen für Architekt:innen, Ingenieur:innen und Handwerker:innen.²⁶⁰ Michael Egger bemerke auch, dass viele Bauunternehmen kein Interesse haben, sich mit neuen Materialien auseinanderzusetzen, weil die wirtschaftliche Notwendigkeit für Handwerker:innen fehle. Er glaube jeder Baumeister, der eine Schalung bauen kann, könne theoretisch auch eine Stampflehmwand machen, aber daran gebe es zu wenig Interesse. Es wäre für sie vielleicht mühsam, da man doch ein paar Sachen ändern und neue Sachen anlernen müsse, während sie sicher auch so gerade genug Geld verdienen.²⁶¹ Michaela Fodor und Hendrik Reichelt schlagen zudem eine stärkere Vernetzung von Unternehmen in Form einer „Lehm-Lobby“ vor.²⁶² Simon Breidenbach, Michaela Fodor und Robert Priker sehen Nachteile, wenn die Ausbildung zu theoretisch wäre. So kritisiert Simon Breidenbach²⁶³ auch, dass viele Inhalte in der Fachkraft Lehm in Deutschland für die Praxis mittlerweile unnötig geworden wären. Es sei ein Riesenaufwand und ClayTec habe sie damals mit ins Leben gerufen. Das wäre aber noch eine andere Zeit gewesen und es werde Vieles gelehrt, was man einfach für seine Praxis nicht brauche. Für den Trockenbau brauche man nicht das Wissen wie man einen Lehmofen baue. Das bringe nichts und sei hart gesagt eine Zeitverschwendung. Deshalb gebe es jetzt schon Tendenzen in Deutschland, das Ganze wieder kompakter zu machen. Hendrik Reichelt²⁶⁴ schlägt neben Universitätsausbildungen auch gezielte Weiterbildungen für bereits tätige Architekt:innen und Ingenieur:innen vor. Er sei für kompakte Schulungsformate statt langwieriger Ausbildung, mit praxisnaher Einführungen, die den Zugang er-

leichtern, wie zum Beispiel Kombischulungen mit Baustoffhändlern. Er befürworte eine Kombination aus Theorie und Praxis, wobei Theorie für das fachliche Verständnis und Praxis für die Anwendung wichtig sei. Simon Breidenbach²⁶⁵ betont gleichermaßen die Bedeutung der Zielgruppe, während Händler mehr Theorie benötigen, brauchen Handwerker:innen eine praxisnahe Schulung. Bernhard Wallner²⁶⁶ sieht die theoretische Ausbildung bei Architekt:innen und Fachplaner:innen als ersten Schritt, bevor eine praktische Umsetzung auf der Baustelle erfolgen kann. Michaela Fodor²⁶⁷ plädiert für ein ausgewogenes Verhältnis von einem Drittel Theorie und zwei Drittel Praxis, je nach Zielgruppe. Das Praxiswissen müsse jedoch durch theoretische Hintergründe ergänzt werden, um Argumente für den Einsatz von Lehm im Bauwesen zu liefern. Harald Aichinger hält die Praxis ebenfalls wichtiger als die Theorie:

„Man muss diese Werkstoffe fühlen, man muss sie begreifen, wie sie sich verhalten. Ich glaube die Praxis ist wichtiger, als die Theorie, da man in der Praxis eh schon das meiste lernt. Theorie bedeutet auswendig lernen und die Praxis bedeutet wirkliches, nachhaltiges Lernen.“²⁶⁸

Wilhelm Höfler²⁶⁹ wünsche sich eine umfassendere Ausbildung im Naturbau, da Lehmputz nur ein kleiner Teil des Bauwesens ist. Er kritisiert zudem, dass die akademische Forschung oft von der praktischen Umsetzung entkoppelt sei. Ferdinand Prinz²⁷⁰ fordere die Integration von Baustatik innerhalb des Lehmbaus in Universitäten, sowie eine praktische Ausbildung zu verschiedenen Bausystemen und Materialeigenschaften.

Fazit:

Die Mehrheit der Interviewpartner:innen sieht eine Ausbildung im Bereich des Lehmbaus in Kombination aus Theorie und Praxis als notwendig an. Besonders hervorgehoben wird die Bedeutung der Zielgruppen, denn Planer:innen benötigen fundierte Theorie, Handwerker:innen praxisbezogene Schulungen mit technischem Hintergrundwissen. Ein duales Ausbildungssystem mit differenzierten Schwerpunkten, je nach Berufsfeld könnte eine sinnvolle Lösung sein. Der Mangel an praktischen Fachkräften wird erneut als Problem genannt. Anstatt langer Fachausbildungen würden kompakte Schulungen und praxisnahe Fortbildungen bevorzugt werden. Eine stärkere Integration von Lehmbau im Trockenbau und Holzbau, ebenso in Universitäten und bei Fachplaner:innen, wird als besonders sinnvoll erachtet, damit Lehm fachübergreifend als Baustoff stärker in den Fokus gerückt wird. Insgesamt bleibt der Lehmbau eine Nische, die jedoch durch gezielte Ausbildung und bessere Integration in bestehende Gewerke gefördert werden könnte.

Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehmbau?



88%

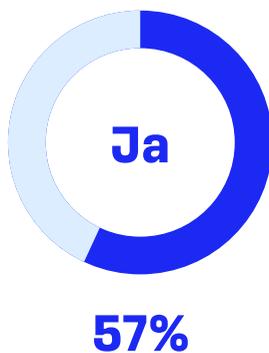
„Nein, ich bin ehrlich gesagt ein bisschen überfordert mit den ganzen EU-Initiativen, die es in der Aus- und Weiterbildung gibt und kenne dieses Ausbildungssystem nicht.“²⁷¹ Robert Pirker



12%

„Ja, ich kenne es. Es ist wirr, es ist falsch und geht an dem, was tatsächlich notwendig ist, inhaltlich komplett vorbei.“²⁷² Bernhard Wallner

Denken Sie, dass die Eingliederung eines Moduls für Holz-Lehm-Systeme in das ECVET-System sinnvoll wäre?



57%



43%

Michaela Fodor: „Ich denke schon, dass es sinnvoll ist. Solche Zertifikate geben den Leuten auch das Recht sich damit selbstständig zu machen und ich denke auch, dass es damit in eine gute Richtung geht, solange es nicht zu teuer wird.“

Sie ergänzt zudem, dass wenn eine Ausbildung 5.000 € kostet, sei es dann für Handwerker:innen, die vielleicht auch zwei Kinder haben, zu viel. Das müssen schon realistische Preise sein, die man zahlen würde, sonst wäre es sehr schnell unattraktiv und würde den Zugang erschweren.²⁷³ Ferdinand Prinz sieht die Ausbildung ebenfalls als sinnvoll an, insbesondere in Bezug auf Normen, Statik und internationale Standards. Dies sei für Unternehmen wichtig, um rechtliche und technische Sicherheit zu gewährleisten.²⁷⁴ Michael Egger befürwortet eine Ausbildung ebenfalls, zweifelt jedoch an ihrem Einfluss:

„Grundsätzlich finde ich eine Ausbildung in diese Richtung sehr wichtig. Es tut dem Baustoff ja auch keinen Gefallen, wenn unqualifizierte Leute damit arbeiten, das verstärkt ja auch wieder die Vorurteile.“²⁷⁵

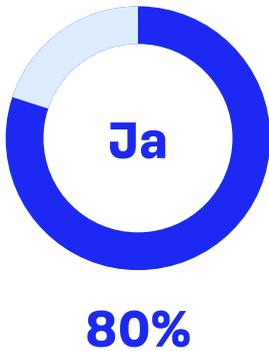
Bernhard Wallner, Simon Breidenbach und Wilhelm Höfler sehen keine Notwendigkeit für ein spezifisches Modul für Holz-Lehm-Systeme. Laut Simon Breidenbach sei es der gleiche

Arbeitsprozess lediglich mit einer anderen Platte. Er betont jedoch die Bedeutung technischer Detaillösungen und verweist auf Unternehmen, die bereits strategisch auf Lehmplatten umgestellt haben:

„Kein Holzbau hat zu 100 % eine Holzsticht im Inneren und sie brauchen immer noch einen Innenausbaustoff, welcher in den meisten Fällen Gipskarton oder Gipsfaser ist. Jetzt gibt es aktuell zurecht große Diskussionen über diese beiden Plattenwerkstoffe, bzgl. der Nachhaltigkeit und woher der Rohstoff kommt. In Deutschland kommt der Krempel noch aus dem Kohlekraftwerk, Rückbaubarkeit und Recycling sind auch sehr schwierig. Jetzt entscheiden die Firmen sich dazu, ökologisch zu bauen und die Platten passen nicht mehr in ihr Gesamtkonzept. Sie überlegen sich eine Alternative und stoßen auf Lehmbauplatten, tauschen diese aus und dann sind sie Fan. Damit haben sie zudem auch noch den Vermarktungsgegenstand, den sie ihren Kund:innen gegenüber noch in die Waagschale werfen können, dass sie jetzt ein hundertprozentiges Nachhaltigkeitskonzept haben und dann wird das einfach gebaut.“²⁷⁶

Bernhard Wallner²⁷⁷ lehnt die Eingliederung in das ECVET-System ab, da die Entscheidung für Holz-Lehm-Systeme auf Architekturebene getroffen werden müsse. Ohne entsprechende Planungsentscheidungen hätte eine Ausbildung keine Marktrelevanz. Wilhelm Höfler²⁷⁸ hält das Ganze ebenfalls für überflüssig und

Können Sie sich vorstellen, sich in die ECVET-Ausbildung Holz-Lehm-Systeme zu integrieren?



lehnt regulatorische Vorgaben grundsätzlich ab. Die Antworten zur Integration in die ECVET-Ausbildung Holz-Lehm-Systeme zeigen unterschiedliche Perspektiven auf. Die Firma ClayTec stelle für die Ausbildung in der Schweiz und in Deutschland Material und Räumlichkeiten zur Verfügung. Er hebt hervor, dass eine professionelle Präsentation des Materials essenziell sei, um Lehm als ernstzunehmenden Baustoff zu etablieren:

„Wir nehmen für die Baumaterialien in den meisten Fällen kein Geld und können so unsere Produkte platzieren. Man muss sich einfach proaktiv bei uns melden. Ich habe es einmal an der TU Wien mitgekriegt, dass meine Partnerin als Teilnehmerin bei einem Lehmbauworkshop in Niedersulz dabei war und für den Workshop hat bei uns nie jemand angefragt, ob sie ein paar Säcke Lehm haben könnten. Dann wurde dort mit Material aus offenen Säcken, noch von fünf Workshops davor gearbeitet. Das ist dann kein schönes Bild, das vom Material

Lehm vermittelt wird. Bei der Fachkraft Lehm in Deutschland ist es zum Beispiel eine schöne Materialparade, da kommen die Teilnehmer hin und dann steht da sauber das Material. So transportiert man dann auch den Eindruck, dass das ein professioneller Industriebaustoff ist, den man gut verbauen kann. Auch professionelles Werkzeug ist sehr wichtig. Man sollte keine Lehmbildung in dem Kontext machen, ohne dass da eine G4 von PFT steht. Jeder Lehmputz bei mehr als 100 m² wird mit der Verputzmaschine verarbeitet, da es sonst wirtschaftlich nicht darstellbar ist. Jede Ausbildung muss mit angrenzenden, technischen Möglichkeiten durchgeführt werden. Es gibt hier zwei verschiedene Herangehensweisen, die eine Fraktion, wo wir an der Spitze stehen, sehen den Baustoff so, dass er auch in der Breite anwendbar ist. Das geht halt auf Kosten von dem romantischen Bauen mit Lehm, wo man den Lehm aus dem Boden nimmt, mit viel Wasser und seinen eigenen Füßen aufbereitet und gemeinsam Holzformen bastelt, um

*Lehmsteine zu formen. Das ist alles nett, aber hat einfach nichts damit zu tun, dass ich Lehm wirklich in der breiten Masse verbauen möchte. Man kann beides machen, aber man darf halt nichts ausschließen. Wenn man will, dass Lehm ein ernstzunehmendes Material sein soll, dann muss man sich auch an die Prozesse, die Maschinen, die Abläufe des heutigen Bauens und an den Kosten orientieren.*⁴²⁷⁹

Meisterbau Aichinger, Naturhaus Wechselland und Simlinger Holzbau wären auch bereit, ihre Firmenräumlichkeiten für die Durchführung von ECVET-Workshops zur Verfügung zu stellen. Martin Simlinger²⁸⁰ weist aber darauf hin, dass sein Unternehmen keine eigenen Materialien oder Werkzeuge besitze, um Workshops aktiv selbst anzubieten. Bernhard Wallner²⁸¹ lehnt eine Beteiligung klar ab, da er auch die Eingliederung in das ECVET-System nicht für notwendig hält. Die Mehrheit der Befragten zeigt sich grundsätzlich offen für eine Integration in die ECVET-Ausbildung. Insgesamt zeigt sich,

dass eine erfolgreiche Umsetzung solcher Schulungen stark von der professionellen Organisation, den vorhandenen Ressourcen und einer klar definierten Zielgruppe abhängt.

Fazit:

Die Meinungen zur Eingliederung eines Moduls für Holz-Lehm-Systeme in das ECVET-System sind gespalten. Während einige die Notwendigkeit einer speziellen Ausbildung infrage stellen oder sogar ablehnen, sieht die Mehrzahl darin eine sinnvolle Möglichkeit, das Wissen über ökologische Bauweisen zu verbreiten und Fachkräften eine bessere Marktposition zu verschaffen. Eine mögliche Alternative wäre ein spezialisierter Lehrberuf im Bereich des ökologischen Trockenbaus, um relevante Inhalte gezielter zu vermitteln.

Wären Sie selbst interessiert, eine zertifizierte Lehmbauausbildung zu absolvieren?

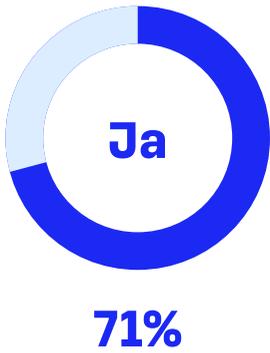
Hier zeigen sich verschiedene Motivationen bei den befragten Interviewpartner:innen, warum sie selbst eine Lehmbauausbildung absolvieren würden. Michaela Fodor, Harald Aichinger, Wilhelm Höfler, Ferdinand Prinz und Michael Egger wären interessiert an dem Angebot. Michaela Fodor habe sich bereits viel theoretisches Wissen über die letzten Jahre angeeignet und wäre sehr interessiert daran, ihr praktisches Wissen zu erweitern. Sie halte 1.000 € pro Modul für angemessen, wenn die Weiterbildung flexibel gestaltet ist und in einzelne Module unterteilt werde, sodass sie finanziell besser planbar ist:

„Wenn es beim BFI oder AMS so eine Ausbildungsschiene gebe, würde ich mich sofort dafür bewerben. Wenn ich im Büro sitze, denke ich mir oft woher soll ich wissen, wie genau es funktioniert, ohne richtige Baustellenerfahrung zu haben. Ich glaube das ist auch grundsätzlich ein Thema bei uns an der TU Wien, dass wir nach dem Studium keinerlei Praxiserfahrung haben, die dringend im Büroalltag nötig wäre. Hier würde ich mir mehr als Exkursionen wünschen, vielleicht ein Semester Praktikum im Architekturbüro und ein Semester auf der

Baustelle und dafür nur 90 ECTS auf der Uni, die restlichen 30 ECTS durch die Praxis- und Theorieerfahrung außerhalb der Universität.“²⁸²

Harald Aichinger²⁸³ sei immer interessiert an Neuem und dem Thema des nachhaltigen Bauens, betont aber, dass die Ausbildung nicht nur für Führungspersonen, sondern gemeinsam mit den Mitarbeiter:innen stattfinden müsse. Er wäre bereit, zwischen 1.000 und 5.000 € zu zahlen, allerdings nur, wenn das Zertifikat wirklich wertvoll sei und eine gewisse Exklusivität besitze. Er lehne eine zu große Verbreitung der Zertifikate ohne Qualitätsprüfung ab. Wilhelm Höfler²⁸⁴ sehe den Vorteil einer Zertifizierung nach der Ausbildung vor allem für Kund:innen attraktiv, halte sie für sich persönlich aber nicht essenziell. Ihm sei es vor allem wichtig, dass es konkrete Fortschritte gibt und nicht nur darüber geredet werde. Er ist der Meinung, dass die Ausbildung kostenlos sein sollte, da Förderungen in Österreich für solche Dinge vorhanden sein müssen.

Ferdinand Prinz²⁸⁵ würde sich auch gerne in seiner Freizeit weiterbilden:



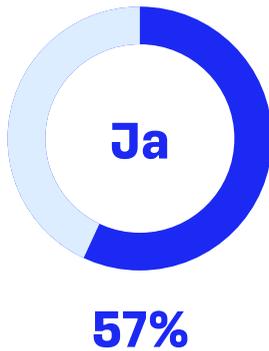
„Es interessiert mich auch sehr, wie man in Eigenleistung ein Strohlehmhaus bauen würde. Wenn ich ein Haus in cradle to cradle bauen kann, dann bin ich bei dieser Bauweise ganz vorn mit dabei. Stroh ist ein Abfallprodukt, Lehm ist überall vorhanden, beides braucht sehr wenig Energie, um es als Baustoff zu verwenden. Bei Beton, Kalk und Metall bräuchte man viel mehr Energie. Ich finde das Bauen mit Holz, Lehm und Stroh sehr zukunftsorientiert.“

Simon Breidenbach²⁸⁶ erklärt, dass er derzeit nicht für die Fachkraft Lehm in Deutschland zugelassen wäre, weil man entweder eine handwerkliche Vorausbildung brauche oder 5 bis 10 Jahre in dem Bereich gearbeitet haben müsse. Da sollen keine Vollaufen rumstehen und es sei eine anspruchsvolle Ausbildung, bei der die Leute Vorwissen haben müssen. Er hebt aber hervor, dass in seinem Unternehmen regelmäßig Mitarbeiter:innen diese Ausbildung absolvieren würden. Er empfindet die Kosten als nicht so problematisch wie den Zeitaufwand. Er habe die Erfahrung gemacht, dass Handwerker:innen oft kostenlose Schulungen mit Verpflegung besuchen und bereits dadurch motiviert werden, mit Lehmbaustof-

fen zu arbeiten. Bernhard Wallner²⁸⁷ sei nicht interessiert an einer Teilnahme. Er sehe eine solche Weiterbildung als nicht zeitgemäß an. Er argumentiert, dass sich die Architekturbranche stark verändere und in Zukunft nicht mehr einzelne Fachkräfte, sondern KI-gestützte Planung und hochspezialisierte Teams dominieren werden. Martin Simlinger²⁸⁸ sehe auch keine persönliche Notwendigkeit, da er bereits genug theoretisches Wissen habe und die praktische Umsetzung den Partnergewerken überlasse. Er verweist darauf, dass Schulungen in anderen Bereichen oft von den Materialherstellern finanziert werden und es daher zumindest Unterstützung für Unterkunft und Verpflegung geben sollte. Michael Egger könne keine pauschale Summe nennen, die eine Lehmbauausbildung kosten dürfe:

„Es ist dann wirklich abhängig davon, wie qualifiziert dir die Leute die Themen näherbringen. Wie schaut das Ganze aus? Wie ist der Umfang? Stampft man dann selbst Lehm, lernt man das Verputzen? Das kann ich jetzt so nicht beantworten und ist einfach abhängig davon, ob es wirklich in die Tiefe geht oder ob dann nur wiederholt wird, was man eh schon weiß.“²⁸⁹

Könnten Sie sich vorstellen, Ihre Mitarbeiter:innen auf eine vom Netzwerk Lehm konzipierte und zertifizierte Lehm Weiterbildung zu schicken?



Wären Sie bereit die Kosten von ca. 2.000 € zu tragen?



Die Meinungen zur Finanzierung einer zertifizierten Lehm-Weiterbildung für Mitarbeiter:innen sind geteilt. Simon Breidenbach²⁹⁰ sieht keinen Mehrwert in externen Schulungen, da das Unternehmen mit internen Expert:innen wie Ulrich Röhlen und Christof Ziegert bereits über herausragende Fachkompetenz verfüge. Bernhard Wallner lehnt auch die Weiterbildung für Mitarbeiter:innen und die Kostenübernahme generell ab.²⁹¹ Wilhelm Höfler²⁹² zeigt Zustimmung, aber sie hätten keine finanziellen Mittel, um eine solche Weiterbildung für ihre Mitarbeiter:innen zu bezahlen. Für die Zimmererei von Martin Simlinger²⁹³ habe die Ausbildung keinen Nutzen, da Lehm und Holz zwar gut harmonieren, aber unterschiedliche Verarbeitungstechniken erfordern. Harald Aichinger, Ferdinand Prinz halten 2.000 € für eine angemessene Investition.

„Ich bin zertifizierter Erstberater für Bauwerksbegrünungen, das war auch ca. in diesem Bereich und das finde ich nicht übertrieben.“²⁹⁴

Ferdinand Prinz

Michael Egger²⁹⁵ würde aus Arbeitgebersicht die Kosten tragen, wenn es ein konkretes Interesse im Team gebe und wenn Lehm in Zukunft häufiger angewendet werde, woran sie im Büro auch aktiv arbeiten.

Fazit

Die Meinungen zur zertifizierten Lehmbauausbildung sind gemischt. Einige Befragte zeigen großes Interesse an einer Ausbildung, wobei praktische Inhalte besonders betont werden, während andere wenig bis gar kein Interesse zeigen. Insgesamt fällt auf, dass eine zertifizierte Ausbildung für viele attraktiv ist, insbesondere wenn sie praxisorientiert gestaltet wird. Gleichzeitig wird die Notwendigkeit einer Zertifizierung hinterfragt, da praktische Erfahrung oft als wertvoller angesehen wird als ein offizielles Zertifikat. Es gibt keine einheitliche Meinung zur Kostenfrage einer Lehmbauweiterbildung. Während einige entweder den Kostenfaktor oder die Relevanz der Ausbildung infrage stellen, ist fast die Hälfte bereit das Geld zu investieren. Das zentrale Thema der Finanzierung könnte für die Allgemeinheit unterschiedlich gelöst werden, beispielsweise durch eine staatliche Förderung, oder branchenübliche Subventionen durch Materialhersteller. Insgesamt zeigt sich, dass eine teure Ausbildung nur dann auf Akzeptanz stößt, wenn sie qualifiziert, praxisnah und flexibel ist. Ein modulares System könnte die Hemmschwelle zusätzlich senken.

12. Praktika und Nachwuchsförderung

In diesem Kapitel wird analysiert, wie die Unternehmen zu Praktikant:innen stehen, welche Tätigkeitsfelder relevant sein könnten und wie lange ein Praktikum im Idealfall dauern sollte. Die Interviewpartner:innen äußern unterschiedliche Ansichten zu Praktikumsmöglichkeiten, wobei die meisten Interesse an der Aufnahme von Praktikant:innen zeigen. Die empfohlene Dauer eines Praktikums variiert stark. Während Simon Breidenbach²⁹⁶ mindestens sechs Wochen während der Semesterferien für sinnvoll hält, sprechen sich Martin Simlinger²⁹⁷ und Harald Aichinger²⁹⁸ für einen Zeitraum von etwa einem Monat aus. Ferdinand Prinz²⁹⁹ und Bernhard Wallner³⁰⁰ plädieren für längere Zeiträume von mehreren Monaten bis hin zu drei Jahren, um eine tiefere Einarbeitung zu ermöglichen. Wilhelm Höfler³⁰¹ sieht eine Mindestdauer von zwei Jahren als notwendig an. Alle befragten Personen sind sich einig, dass ein Praktikum bezahlt werden sollte:

„Ja, das ist natürlich zu bezahlen. Wenn Energie gegeben wird, hat man Energie angemessen zurückzugeben.“³⁰² Bernhard Wallner

„Das Praktikum muss natürlich bezahlt werden, es wird ja was geleistet und ich kanns dem Kunden weiterverrechnen.“³⁰³ Wilhelm Höfler

Simon Breidenbach³⁰⁴ betont gleichermaßen die grundsätzliche Notwendigkeit fairer Bezahlung und Martin Simlinger³⁰⁵ verweist auf bestehende Kollektivverträge für Praktikant:innen. Die Tätigkeitsfelder für Praktikant:innen können sehr vielseitig aussehen. In der Firma ClayTec³⁰⁶ könne man im Qualitätsmanagement arbeiten, in der Mustererstellung oder in der technischen Abteilung, dort wäre es sicher spannend mit Ul-

rich Röhlen und Sebastian Sturm zusammenzuarbeiten, weil die Schnittstelle sehr interessant ist, zwischen Qualitätsmanagement, Bauingenieurwesen und Technik. In der Firma Bios-Lehm³⁰⁷ könne man in der Architekturplanung, im Bauträgerwesen, Baumeistertätigkeiten oder in der Produktion Einblicke erhalten. Holzbau Simlinger³⁰⁸ und Meisterbau Aichinger fokussieren sich stark auf Baustellenarbeit und praktische Tätigkeiten:

„Hauptsächlich auf der Baustelle, sonst macht es nicht viel Sinn. Im Büro reichen vier Wochen nicht aus. Wir nehmen gerne Leute ohne Erfahrung, aber ein Grundinteresse sollte schon da sein.“³⁰⁹ Harald Aichinger

Die Zimmerei Naturhaus Wechselland könne ein breites Spektrum bieten:

„Vom Marketing bis zum Mischen, könnte ich überall jemanden brauchen. Ich hatte jetzt auch eine Anfrage von einer jungen Frau, die eine Kombination machen möchte. Sie hat Architektur studiert und könnte sich vorstellen Projekte zu planen, aber genauso auch auf der Baustelle zu arbeiten.“³¹⁰

Ferdinand Prinz ergänzt, dass die Einsatzbereiche immer individuell auf die Fähigkeiten der Praktikant:innen abgestimmt werden sollten:

„Meist waren es bei uns in der Firma SchülerInnen der HTL, die bereits eine Ausbildung gemacht haben oder noch studieren. Oft aus Familienbetrieben, wie der Zimmerei. Sie wurden ganz unterschiedlich eingesetzt, je nach eigenen Talenten.“³¹¹

Fazit

Praktika im Bereich der kombinierten Holz-Lehmbauweise werden von den meisten Unternehmen als wertvoll angesehen, wenn sie ausreichend lange dauern und praxisorientiert sind. Während einige Unternehmen Praktikant:innen bereits für wenige Wochen einsetzen würden, bevorzugen andere eine langfristige Einbindung, um eine nachhaltige Ausbildung und einen möglichst hohen Erfahrungswert sicherzustellen. Einigkeit besteht darin, dass Praktikant:innen für ihre Arbeit bezahlt werden sollten. Die Einsatzbereiche sind breit gefächert und reichen von handwerklichen Tätigkeiten über Architektur und Planung bis hin zu Qualitätsmanagement und Marketing. Insgesamt zeigt sich, dass die Praktikant:innen eine Bereicherung für Unternehmen sind, wenn sie gezielt eingesetzt und angemessen unterstützt werden.

13. Schritte zur Förderung der Holz-Lehmbauweise

Was glauben Sie, welche Maßnahmen getroffen werden müssten, um die Holz-Lehmbauweise in der Bauwirtschaft in Österreich weiter zu etablieren?

Die Interviewpartner:innen äußern verschiedene Maßnahmen und Strategien, um die Holz-Lehmbauweise in Österreich weiter zu etablieren. Dabei werden regulatorische Rahmenbedingungen, Forschung, öffentliche Wahrnehmung und wirtschaftliche Aspekte angesprochen. Michalea Fodor betont erneut die Notwendigkeit von Normen und Zertifizierungen und einer Erweiterung von Plattformen wie Dataholz, um alternative, nachhaltigere Bauweisen mit Lehm als zertifizierte Lösung sichtbar zu machen. Außerdem fordere sie eine staatliche Finanzierung von Forschungsprojekten unter der Bedingung, dass die gewonnenen Erkenntnisse als öffentliches Gut zugänglich gemacht werden. Derzeit arbeiten viele kleine Unternehmen isoliert an Zertifizierungen und Patenten, wodurch der Fortschritt zusätzlich gebremst wird:

„Diese Marktlücke müsste noch geschlossen werden, oder das Ego müsste vielleicht von Allen etwas runter. Das gemeinsame Ziel ist doch, dass wir alle nachhaltiger, besser und ökologischer bauen. Andererseits verstehe ich, dass viel Zeit und Geld investiert wird und sie selbst am meisten davon haben wollen. An staatlichen Forschungs- und Förderungsgeldern sollte die Bedingung geknüpft werden, dass es am Ende

des Tages öffentliches Gut ist und im Gegenzug alles staatlich finanziert wird, ohne selbst aus eigener Tasche investieren zu müssen. Die Patente sich einzeln zu sammeln und abzukaufen, wäre auch teuer. Es sollte mehr Förderungen für ökologisches Bauen geben und nicht sowas wie für kleine Häuslbauer.“³¹²

Michael Egger hebt genauso hervor, dass Normen Sicherheit für Anbieter:innen und Bauherr:innen schaffen und mehr erfolgreiche Referenzprojekte als wirksames Mittel zur Öffentlichkeitsarbeit der Holz-Lehmbauweise dienen können:

„Bei Windkraft Simonsfeld haben wir 20 cm Stampflehm eingesetzt, der auch thermisch aktiviert ist. Die Heizungsrohre sind mit eingestampft worden und man hat eine wirklich große Speichermasse im Sommer zum Kühlen und im Winter zum Heizen generieren können. Hier haben wir die Stärken gut und sinnvoll kombiniert. Projekte in denen Lehm sinnvoll eingesetzt wird, bekommen meistens viel öffentliches Feedback, wenn wir sie aussenden.“³¹³

Robert Pirker würde auch großes Potenzial in der Einbindung von Lehm in mehr Forschungsprojekten zur Kreislaufwirtschaft sehen:

„Ich glaube, dass die Lehmbaubranche sich selbst stärker als Lösung anbieten sollte. Gerade in der Thematik, dass wir mehr Hitzeta-ge haben werden, wird auf die Überhitzung mit sehr technischen Lösungen reagiert. Ich glaub jedoch, dass wir auf der Materialebene besser unterwegs wären. Ich weiß nicht, weshalb schnelle, technische Lösungen häufiger die Antwort sind. Hier muss im Netzwerk aktiv beworben werden, dass man mit Lehmprodukten sehr gute Lösungen anbieten kann und als Partner in gewissen Forschungsprojekten am besten mitentwickelt und damit auch automatisch das Bewusstsein der Vorteile selbst erlebt. Betriebe könnten vielleicht auch eine größere Wertschöpfung generieren, wenn sie mit ihrem Know-how beispielsweise Lehmputz aus der Baugrube aufbringen können. Man versucht im Zuge der Kreislaufwirtschaft, dass man aus der Baugrube einen Rohstoff gewinnen und verwerthen kann, der zusätzlich rückbaubar und wiedereinsatzbar ist. Mit dieser Thematik kann Lehm vielleicht auch wieder den Rückgang bekommen. Der Holzbau hat die Auseinandersetzung mit der Bioökonomie, der Holzstoff ist gut platziert, um fossile Stoffe zu substituieren. Hier gibt es Dutzende Anwendungsmöglichkeiten von der Chemie, bis hin zum Holzbau selbst. Hier sollte sich auch der Lehm- bau stärker als Lösung präsentieren.“³¹⁴

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Benjamin Kromoser spricht die Notwendigkeit an, Bauweisen und Materialien objektiv zu bewerten, um fundierte Entscheidungen für ressourceneffizientes

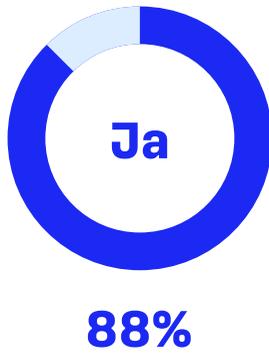
Bauen zu ermöglichen:

„Wir beschäftigen uns [auf der BOKU] mit technischen Lösungsansätzen und unser Ziel ist es, dass wir die Materialien möglichst effizient einsetzen. Wir versuchen natürlich, die Gesellschaft zu sensibilisieren, wie groß der Einfluss des Bausektors ist. Ich denke, es ist wirklich wichtig, dass wir beginnen, Bauweisen und auch das Material und den Materialeinsatz objektiv zu bewerten, dass wir einfach wirklich wissen, was besser und was schlechter ist. Wir haben die Notwendigkeit für objektive Vergleiche und nur so können wir Indikatoren herausfinden, um ressourceneffizient für eine gute Zukunft bauen zu können.“³¹⁵

Fazit

Die Etablierung der Holz-Lehm-Bauweise erfordert eine Kombination aus normativen Anpassungen, gezielter Forschung, Förderungsmaßnahmen und technischer Weiterentwicklung. Eine stärkere Vernetzung der Branche, sowie öffentliche Referenzprojekte könnten das Bewusstsein für die Vorteile dieser Bauweise erhöhen. Besonders in den Bereichen Klimaanpassung und Kreislaufwirtschaft bietet Lehm großes Potenzial, das besser genutzt werden sollte. Um nachhaltiges Bauen in der breiten Masse voranzutreiben, sind transparente Materialbewertungen und eine stärkere Integration in Forschungsprojekte essenziell.

Können Sie sich vorstellen, ihre Einsatzgebiete zu erweitern?



Die Interviewpartner:innen äußern unterschiedliche Perspektiven zur Erweiterung ihrer Tätigkeitsbereiche und wie sie sich in Zukunft weiterentwickeln möchten. Während einige gezielt nach neuen Anwendungsfeldern suchen, setzen andere auf Spezialisierungen innerhalb der Branche. Die Architektin Michaela Fodor³¹⁶ würde gerne mehr als nur Einfamilienhäuser planen und den Skalierungsfaktor anwenden, um herauszufinden ob kombinierte Holzlehmbausysteme wie das von ANDIBREUSS auch im mehrgeschossigen Wohnbau funktionieren. Bei juri troy architects³¹⁷ sei es immer wieder ein Thema, dass sie ihre Einsatzgebiete in diese Richtung erweitern möchten. Bisher haben sie Lehm in Einfamilienhäusern und einem Bürobau eingesetzt. Dabei sei es ihnen sehr wichtig, dass sie einen pragmatischen Zugang haben und sie Lehm nur dort einsetzen, wo es sinnvoll ist. Sie wollen nicht dogmatisch sagen, dass sie jetzt immer Lehm einsetzen müssen. Das Ganze müsse mit Maß und Ziel und materialgerecht passieren, möglichst ökologisch und im Ideal-

fall das Aushubmaterial aufbereitet. Die Firma WOHNWAGON strebt ebenfalls an, über den Einfamilienhausbau hinauszugehen und mehr Großprojekte und dreigeschossige Gebäude mit Holz- und Naturbaustoffen zu realisieren:

„Ich sehe jetzt öfter an Dorfrändern Genossenschaftsbauten und soziale Wohnprojekte, die dreigeschossig rein aus Beton gebaut werden. Das könnte man doch bitte auch aus Holz und Naturbaustoffen bauen, wodurch sich die Leute doch gleich viel mehr wohlfühlen würden, dann gäbe es auch sicher weniger Vandalismus und Ähnliches dort. Das würde mir sehr gefallen. Ich habe aus Projekten beobachtet, dass man dort jedoch weniger kompromisslos arbeiten kann, was Naturbaustoffe betrifft, da brauch ich viel mehr Fermacell- oder Rehgipsplatten, Brandschutzplatten und Elemente generell, weil die Brandschutzklassen andere sind, Brandüberschlag oder die ganzen Fallschächte sind technisch ganz was anderes, wie wenn ich für die Gebäudeklasse 3 baue.“³¹⁸

Die Holzbaufirma Meisterbau Aichinger³¹⁹ könne sich auch in Zukunft vorstellen mehrgeschossig zu bauen. Martin Simlinger prognostiziert eine funktionale Erweiterung und neue Geschäftsfelder in seiner Firma:

„Das ist ein anderes Thema, aber die Photovoltaikmontage wird sich meines Erachtens in den nächsten Jahren weg vom Elektriker, hin zu den Dachgewerken verschieben. Da wird in den nächsten Jahren die Montage auf uns zukommen, weil die Elektriker nicht aufs Dach gehören. Sie haben keine Ahnung von der Tragfähigkeit, der Statik, den Windlasten oder den Abdichtungen am Dach und schneiden unwissentlich am Dach. Ansonsten sind wir schon recht breit mit unserem Team aufgestellt, wir machen die Fassaden, Wärmedämmung, Fußbodenaufbauten, den Trocken- und Innenausbau. Wir gehen sehr auf die Wünsche und Bedürfnisse unserer Kund:innen ein und unsere Qualität liegt vor allem in der Individualität und der Bedarfsanalyse des Kund:innen, deswe-

gen sehe ich uns nicht im mehrgeschossigen Wohnbau, das dürfen die Großen machen, die Strabag fängt damit zum Beispiel schon an“³²⁰

Wilhelm Höfler formuliert einen langfristigen Traum, ein Hotelprojekt umzusetzen, das ganzheitlich auf das Wohlbefinden der Menschen ausgerichtet ist:

„Es geht um so viel mehr, es geht auch um den Garten, die Natur, es geht um unser Wohlbefinden, unsere Liebe und die Freiheit in uns. Wir sehen die Freiheit immer nur im Außen, aber wir brauchen auch die Freiheit und den Frieden in uns.“³²¹

Bernhard Wallner³²² sieht keine Notwendigkeit für eine Veränderung innerhalb seiner Firma. Die Firma ClayTec arbeite an neuen Anwendungsmöglichkeiten für Lehmbaumstoffe:

„Bisher ist es vor allem ein Putz oder Plattenwerkstoff. Wir haben jetzt aber mit unserem

neuen Produkt dem Dünnbettmörtel die Möglichkeit, konventionelle Plansteine wie Ziegel, Gasbeton und Kalksandstein reversibel zu verkleben. Normalerweise werden sie mit PU-Schaum oder halt mit Zementmörtel festgeklebt und du kriegst sie nie wieder getrennt. Mit unserem Dünnbettmörtel kriegst du sie wieder getrennt und kannst nach Ende des Lebenszyklus den Ziegel wieder genauso beim Produktionsstart nochmal fürs nächste Gebäude verwenden. Der Lehm wird hier als Hilfsstoff gesehen, der als wieder lösbarer Kleber fungiert. Für das zirkuläre Bauen gibt es nämlich nichts schlimmeres, als Verbindungen, die du nicht mehr lösen kann. Wir würden uns gerne an Branchen anhängen, auch mit dem Material, die einfach schon eine gewisse Marktdurchdringung haben und diesen Baustoffen helfen, kreislauffähig zu werden. Also auch eine Verbindung mit konventionellen Baustoffen finden. Im Holzbau weniger, aber Lehmsteinmauerwerk ist ja auch wieder ein großes Thema. Das ist noch so weit weg von einem darstellbaren Bauprozess.

Ziegel zum Beispiel werden sehr viel verwendet, haben ihre Daseinsberechtigung, haben jedoch ein lohnend energetisches Problem, aber wenn du sie mit Lehm verklebst und 10 mal im Kreis drehst, dann ist der footprint auch schon wieder egal. Es ist nur so tragisch, weil du ihn nach einem Mal bereits schredderst. Du wirst Lehm nur in Kombination mit anderen Baustoffen bekommen. Uns wird auch immer die Frage gestellt, vor allem in Österreich, ob wir selbst in einem Lehmhaus wohnen.

Es gibt eine Person, wahrscheinlich europaweit, die in einem Lehmhaus lebt und das ist Martin Rauch. Abgesehen von diesem einen Lehmhaus, gibt es kein einziges Lehmhaus. Es sind immer Kombinationen mit anderen Baustoffen, die funktionieren. Lehm ist wasserlöslich und deshalb nicht im Außenbereich anzuwenden, da hat er einfach nichts zu suchen.⁴³²³

Simon Breidenbach

Fazit

Die Interviewpartner:innen zeigen unterschiedliche Ansätze zur Erweiterung ihrer Tätigkeitsbereiche. Während einige gezielt neue Anwendungsfelder, wie den mehrgeschossigen Wohnbau mit Holz- und Lehmbausystemen erschließen möchten, setzen andere auf Spezialisierungen oder alternative Geschäftsfelder. Der pragmatische Einsatz von Lehm wird dabei betont, denn Lehm solle immer nur dort genutzt werden, wo er auch sinnvoll ist. Mehrere Unternehmen sehen großes Potenzial in der Kreislaufwirtschaft, insbesondere durch die Wiederverwertung von Baumaterialien. ClayTec entwickelt zurzeit einen reversiblen Dünnbettmörtel, um Ziegel mehrfach nutzbar zu machen. Manche fokussieren sich auf bestehende Stärken, während andere verstärkt auf nachhaltige Großprojekte setzen. Neben technischen Herausforderungen, etwa im Brandschutz, wird auch der gesellschaftliche Mehrwert nachhaltiger Bauweisen betont. Einzelne Unternehmen, verfolgen langfristige Visionen, die über das reine Bauen hinausgehen. Die wenigsten sehen keine Notwendigkeit zur Expansion. Insgesamt zeigt sich eine klare Tendenz zur Weiterentwicklung nachhaltiger Bauweisen, insbesondere durch die erweiterte Kombination von Holz und Lehm und den in Zukunft immer wichtiger werdenden Fokus auf zirkuläre Bauprinzipien.

14. Zukunftsaussichten und Chancen

Die Expert:innen äußern vielfältige Einschätzungen für die Zukunft und erwarten verschiedene Entwicklungen und Trends im Bereich der kombinierten Holz-Lehmbauweise. Das folgende Kapitel wurde in mehrere Themenblöcke unterteilt, um eine bessere Übersicht über die Visionen und potentiellen Innovationen zu bieten.

1. Technologische Entwicklungen und Vorfertigung

Mehrere Interviewpartner:innen betonen die Erfordernis eines höheren Vorfertigungsgrades im Holz-Lehmbau. Robert Pirker, von Holzcluster Steiermark sieht hier großes Potenzial:

„Im Bausektor ist es eine Herausforderung, dass bisher jedes Bauprojekt ein Prototyp ist, davon müssen wir wegkommen. Der Anteil der Vorfertigung wird größer werden und wir sehen hier ein großes Potenzial für den Holzbau, weil das bereits die gelebte Praxis ist. Auf der Baustelle findet lediglich die Montage statt, da die Bauteile im Werk vorgefertigt werden. Damit muss sich auch der Lehmbau auseinandersetzen. Ich tue mich bisher nur schwer den Lehm im Vorfertigungsprozess zu sehen. Ich finde es nämlich sehr sinnvoll, direkt mit dem Lehm aus der Baugrube zu arbeiten, aber wenn die Entwicklung mehr in die Vorfertigung geht, verliert man das wieder aus den Augen.“³²⁴

Martin Simlinger³²⁵ sehe beim Thema des Nachverdichten vor allem den Holzbau ganz

stark in der Zukunft vertreten, weil sie bereits einen großen Vorfertigungsgrad haben. Hendrik Reichelt³²⁶, von Kaufmann Bausysteme ergänzt, dass der Holzlehmbau schnell umsetzbar, vorfertigbar, geregelt und ausreichend verfügbar sein müsse. Der Lehmbau müsse mit der Vorfertigung Schritt halten, um wirtschaftlich konkurrenzfähiger zu werden und zu bleiben. Michael Egger³²⁷ weist darauf hin, dass automatisierte Prozesse, etwa das maschinelle Stampfen von Lehm, große Fortschritte bringen könnten. Simon Breidenbach definiert seine Vision folgendermaßen:

„Großformatig, hoher Vorfertigungsgrad, in der Gebäudeklasse 4 und 5, da müssen wir als Firma noch einiges liefern, werden wir aber. Als Ergänzung und Ersatz zu den bestehenden Bauplatten, vor allem als Ersatz von Gipsfaser und Gipskarton, weil das die Baustoffe sind, die im Holzbau, sagen wir mal vom Konzept her, nichts verloren haben und sie sind sehr einfach mit Lehmbauplatten zu ersetzen. Sofern wir die Zulassung dafür haben, muss man nichts an den Abläufen ändern und hat ein rundes System.“³²⁸

2. Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Viele Expert:innen nehmen an, dass der Holz-Lehmbau eine zunehmend große Rolle für nachhaltiges Bauen spielen werden. Bernhard Wallner³²⁹ betont die Notwendigkeit von Lehm für energieeffiziente Gebäude und warnt vor der unkritischen Anwendung alter Bau-

techniken ohne dass moderne Erkenntnisse miteinfließen. Wilhelm Höfler³³⁰ fordere eine stärkere Nutzung von lokalem Aushubmaterial, während Michael Egger³³¹ darauf hinweist, dass der Wiener U-Bahn-Lehm ein wertvoller Rohstoff und ein perfekter Baulehm wäre, der jedoch leider nur deponiert werde. Simon Breidenbach³³² vermutet im Gegensatz dazu, dass es in Zukunft keinen Aushub mehr geben werde, denn Keller baue keiner mehr, weil es nicht mehr finanzierbar oder darstellbar sei. Lehmschüttungen spielen hingegen eine Rolle und werden auch noch in Zukunft eine große Rolle spielen, ähnlich wie das Thema Estrich, dafür gebe es aktuell aber noch keine saubere Lösung.

3. Sanierung als großes Zukunftsthema

Mehrere Expert:innen, sehen die Zukunft weniger im Neubau als vielmehr in der Sanierung bestehender Gebäude und einem bewussten Umgang. Michaela Fodor³³³ sehe in Sanierungsprojekten sehr großes Potential. Wenn Wien in Zukunft schnell wachse, dann sollten wir erstmal die Ressourcen, die wir in der Stadt haben nutzen und nicht schon wieder das nächste Quartier hochziehen. Martin Simlinger bestätigt diese Annahme:

„Es ist klar, dass das Thema Sanierung in Zukunft mehr sein wird, als der Neubau.“³³⁴

4. Materialinnovation und neue Bauweisen

Ferdinand Prinz sehe Potenzial in der Entwicklung von Holzziegeln als Alternative zu klassischen Ziegeln:

„So wie ich jetzt Holzfaserplatten verwenden kann, werde ich statt einem Ziegel massive Holzflächen, Holzfaserplatten, etwas lasttragendes und Lehmputze verwenden, die ich vor Ort auf der Baustelle fertig ausmauern kann.“³³⁵

Michael Egger erwarte ebenfalls, dass Lehm-Holz-Verbundsysteme weiterentwickelt und wirtschaftlicher werden.³³⁶

5. Herausforderungen und offene Fragen

Während viele Expert:innen die Vorteile des Holz-Lehmbaus betonen, bleiben Herausforderungen bestehen und Prognosen für die Zukunft können nicht eindeutig definiert werden. Hendrik Reichelt³³⁷ fragt sich, wie viele Löcher in Zukunft gegraben werden müssen, dass man genügend Lehm habe. Teilweise werde davon gesprochen, dass man den Lehm auch regional direkt verwende, das sei auch bezüglich der Globalisierung ein wichtiges Thema. Sie als österreichisches Unternehmen bauen hauptsächlich in Deutschland und da sei die Frage, ob das so gut zusammenpasse, oder ob sich da auch etwas ändern müsse. Man sollte nur dort, wo der Lehm natürlich verfügbar sei mit Lehm bauen und in holzreichen Gebieten mit Holz bauen. Den Lehm irgendwo abzubauen

en und in der Gegend rumzufahren, verfehle den Sinn und die Philosophie des Lehmbaus. Wenn der Trend in Zukunft mehr zu Mehrfamilienhäusern als Einfamilienhäusern gehe, frage er sich in welcher Art und Weise man dann Gebäude oder nur Bauteile aus Lehm zur Verfügung stelle und er habe noch kein klares Bild, wie so etwas einmal aussehen könne. Laut Bernhard Wallner³³⁸ sei im zukunftsgerichteten Holz-Wohnbau, zur Erfüllung des Green Deals in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudeparks, der Einsatz des Lehms unerlässlich. Es sei davon auszugehen, dass die Transformation in der Gesellschaft erfolge, Holz und Lehm werde in der nördlichen europäischen Sphäre und bedingt im Zentralalpen Raum zum Einsatz kommen. Dort habe Lehm vor allem die Aufgabe, wenn es darum gehe, im Winter zu heizen. In Gebäuden, wo man nicht heize, werde kein Lehmputz zum Einsatz kommen. Seiner Meinung nach werde Lehm zukünftig für die südlichen europäischen Länder der falsche Baustoff. Man müsse sehr vorsichtig sein, dass man das alte Wissen respektiere, aber das alte Wissen auf Basis des neuen Wissens denken müsse. Man dürfe nicht das Neue wissen über das Alte Wissen setzen und schon gar nicht das alte Wissen, über das Neue, denn das alte Wissen sei inkomplett gewesen.

„Der Holzbau kommt vom Handwerk und ist es nach wie vor. Das bedeutet auch, dass es auf der anderen Seite große Betriebe gibt, die auch in Richtung einer Industrie gehen. Und ich denke, es ist sehr wichtig, dass wir uns darüber Gedanken machen, wie wir die gesamte Branche, ich meine damit die Kleinen und die großen Betriebe, keinen bevorzugt, sondern gemeinsam in die Zukunft führen, ohne dabei einen Wissensverlust dieses umfassenden traditionellen Wissens zu riskieren. Wie können wir standardisieren auf der Planungsseite? Auch wenn jeder Holzbauer die Dinge gerne selbst etwas anders macht, müssen wir einen gemeinsamen Weg finden, um da weiter nach vorne gehen zu können. Und wir müssen uns darüber Gedanken machen, wie wir die Achse zwischen Handwerk, Wissenschaft und Industrie stärken, denn nur gemeinsam können wir die Branche weiterbringen.“³³⁹

Benjamin Kromoser

Fazit

Die Zukunft des Holz-Lehmbaus wird von den Expert:innen als vielversprechend, aber auch herausfordernd eingeschätzt. Ein zentraler Aspekt ist die zunehmende Vorfertigung, die den Lehmbau wirtschaftlich konkurrenzfähiger machen soll. Automatisierte Prozesse und neue Bauweisen werden als potenzielle Innovationen betrachtet. Nachhaltigkeit spielt eine entscheidende Rolle, insbesondere der schonende Umgang mit Ressourcen und die Nutzung regionaler Materialien. Während einige Expert:innen darauf hinweisen, dass Aushubmaterial ein wertvoller Rohstoff ist, sehen andere dort keine Zukunft. Der Fokus auf Sanierung anstelle von Neubau werde in Zukunft stark zunehmen. Dennoch bleiben Herausforderungen bestehen und Fragen zur langfristigen Verfügbarkeit und zur Integration in den urbanen Raum und in Großprojekte. Es müsse eine Balance zwischen traditionellem Wissen und modernen Entwicklungen gefunden werden, um den Holz-Lehmbau in eine nachhaltige Zukunft zu führen.

Kapitel

6 CONCLUSIO



Conclusio

Die Kombination von Holz und Lehm ist in der österreichischen Bauwirtschaft derzeit noch eine Nischenanwendung, gewinnt aber zunehmend an Bedeutung, insbesondere im ökologischen Bauen und in der Sanierung. Während Lehm als nachhaltiger Baustoff zahlreiche baubiologische Vorteile mit sich bringt, wird er bislang nur in begrenztem Umfang eingesetzt.

Lehm wird in Österreich vorrangig in Form von Lehm-trockenbauplatten und als Innenputz in Kombination mit Holz als Tragstruktur verwendet. Besonders bei der Sanierung historischer Gebäude, wie Fachwerken, setzt sich der Einsatz von Lehm gegen konventionelle Lösungen durch, da seine Feuchteregulierung zur Langlebigkeit beiträgt. Die meisten der befragten Holzbaufirmen und Zimmerein setzen auf die Massivholzbauweise (BSP/CLT) und Holzrahmenbau erfährt eine Renaissance in Österreich, da er effizient mit dem Baumaterial umgeht und sich gut für den Einsatz von Lehmplatten und Lehmputzen eignet. Erste Hersteller bieten vorgefertigte Holz-Lehm-Systeme an, um die Bauzeiten zu verkürzen und die Planbarkeit zu verbessern. Immer mehr Firmen und Bauherrschaften unterstützen nachhaltige Projekte und setzen verstärkt auf die Kombination von Holz und Lehm.

Moderne Pilotprojekte demonstrieren das Potenzial von Holz-Lehm-Konstruktionen, etwa durch die Kombination von Massivholzwänden mit Lehmputz oder Holzrahmenkonstruktionen mit Lehmfüllungen. Allerdings fehlen noch flächendeckende Referenzprojekte, um die Bauweise aus der Nische, mehr in die breite

Masse zu bewegen. Für eine Etablierung des Holz-Lehmbaus müssen zentrale Herausforderungen in technischen, wirtschaftlichen und strukturellen Aspekten überwunden werden. Fehlende Normen und Zertifizierungen erschweren die breite Akzeptanz am österreichischen Markt, da es an verlässlichen Standards und statischen Kennwerten mangelt. Der Brandschutz stellt eine weitere Hürde dar, da es kaum standardisierte und patentierte Lehmbausysteme innerhalb Österreichs gibt. Auch wirtschaftliche Faktoren bremsen die Entwicklung. Hohe Arbeitskosten, verhältnismäßig lange Verarbeitungszeiten und fehlende Skaleneffekte halten die Preise für Lehmbaumaterialien hoch. Zudem leidet der Lehm-bau in der Allgemeinheit unter seinem Image, das ihn als veraltetes Nischenprodukt erscheinen lässt, obwohl moderne Bauweisen und innovative Produktionsmethoden längst neue Anwendungsmöglichkeiten geschaffen haben.

Ein zentraler Trend im nachhaltigen Bauen ist die zunehmende Vorfertigung, um Bauzeiten zu verkürzen und die Qualität kontinuierlich zu gewährleisten. Während Holz bereits stark in Vorfertigungsprozesse integriert ist, steht der Lehm-bau hier noch am Anfang. Vorgefertigte Lehmplatten mit Lehmputz oder kombinierte Holz-Lehm-Systeme im Fertigteil zeigen vielversprechende Ansätze, stoßen jedoch auf Herausforderungen wie längere Trocknungszeiten und das hohe Gewicht der Bauteile. Logistik und Transport von Lehmprodukten stellen ebenfalls eine zentrale wirtschaftliche Hürde dar, weshalb regionale Produktionsstandorte von großer Bedeutung sind. Der

Markt für Lehmbaumstoffe wird von wenigen Unternehmen dominiert, wodurch Wettbewerb und Preisdruck reduziert sind. Dies führt dazu, dass die Preise hoch bleiben und der Zugang für Bauvorhaben aus finanziellen Gründen zusätzlich erschwert wird. Eine weitere Hürde für die Etablierung dieser Bauweise ist der Fachkräftemangel. Die Verarbeitung von Lehm erfordert spezialisiertes Wissen, das in vielen handwerklichen und akademischen Ausbildungen nicht ausreichend vermittelt wird.

Die Mehrheit der befragten Expert:innen sieht daher die Notwendigkeit einer gezielten Ausbildung, die Theorie und Praxis kombinieren sollte. Der Fachkräftemangel betrifft sowohl die handwerkliche Verarbeitung auf der Baustelle, als auch die Planer:innenische Kompetenz von Architekt:innen und Ingenieur:innen. Dabei sollten unterschiedliche Zielgruppen gezielt angesprochen werden. Während Planer:innen vor allem theoretisches Wissen benötigen, ist für Handwerker:innen eine praxisnahe Schulung mit technischem Hintergrund essenziell. Eine weitere Möglichkeit zur Förderung wäre die stärkere Integration von Lehmprodukten in bestehende Ausbildungen, insbesondere im Holz- und Trockenbau. Ein duales Ausbildungssystem oder modulare Weiterbildungsmöglichkeiten könnten dazu beitragen, mehr Fachkräfte für diesen Bereich zu gewinnen und die Hemmschwelle für Unternehmen zu senken. Kurze, praxisnahe Schulungen wurde von den Interviewpartner:innen oft als sinnvoller erachtet, als langwierige Fachausbildungen. In diesem Kontext wird auch die Einbindung von Holz-Lehm-Systemen in das ECVET-System

unterschiedlich bewertet. Während einige Expert:innen eine formale Zertifizierung als überflüssig oder gar hinderlich betrachten, sehen andere darin eine zentrale Chance, das Wissen über ökologische Bauweisen zu erweitern und Fachkräften eine bessere Marktposition zu verschaffen. Während manche bereit wären, für eine qualifizierte Weiterbildung zu investieren, würden zusätzliche Kosten für andere eine große Hürde darstellen. Staatliche Förderungen könnten hierbei den Zugang erleichtern. Insgesamt zeigt sich, dass eine Ausbildungsschiene im Lehmbau eine wichtige Rolle für die Zukunft dieser Bauweise spielt. Eine gezielte Qualifikation von Fachkräften würde nicht nur den Marktzugang erleichtern, sondern auch zur Qualitätssicherung und zur Innovationsförderung im Holz-Lehmbau beitragen.

Die zukünftige Entwicklung des Holz-Lehmbaus hängt von mehreren Faktoren ab. Neben einer verstärkten Standardisierung und Normierung sind gezielte Forschungsprojekte, Fördermaßnahmen und technologische Innovationen notwendig, um die Wettbewerbsfähigkeit insbesondere von Lehmprodukten zu steigern. Die immer wichtiger werdende Kreislaufwirtschaft bietet dabei eine große Chance, dass Holz und Lehm durch ihre Fähigkeit der Wiederverwendung, häufiger eingesetzt werden. Ein besonders wichtiger Aspekt für die Zukunft ist die Rolle von Sanierungsprojekten. Hier zeigt sich, dass Lehm insbesondere als Innenputz oder in Kombination mit Holzweichfaserplatten bereits erfolgreich eingesetzt wird. In diesem Bereich könnte Lehm seine Stärken sicherlich noch mehr ausspielen.

Kapitel

7 PERSÖNLICHE BEURTEILUNG



Persönliche Beurteilung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Holz-Lehmbau über enormes Potenzial verfügt, aber noch viele Herausforderungen zu bewältigen sind, um eine breitere Marktdurchdringung zu erreichen. Die Kombination beider Baustoffe gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Bauwirtschaft Österreichs und wird im Kontext der ökologischen Herausforderungen unserer Zeit in Zukunft vermutlich noch mehr in den Fokus rücken. Beide Baumaterialien sind nachwachsend, umweltfreundlich, mit hervorragenden bauphysikalischen Eigenschaften. Lehm trägt zur Regulierung der Feuchtigkeit bei, verbessert das Raumklima und wirkt sich positiv auf die Energieeffizienz eines Gebäudes aus. In Kombination mit Holz erhöht sich zudem die Masse der Bauteile, wodurch der Schallschutz und die thermische Speicherkapazität verbessert werden. Trotz dieser zahlreichen Vorteile ist der Marktanteil von Lehmbaustoffen aktuell noch immer verschwindend gering im Vergleich zu konventionellen Bauweisen.

Das Potenzial der kombinierten Holzlehmbauweise ist nicht zu bestreiten und ein Blick in die Vergangenheit zeigt das perfekte Zusammenspiel beider Baustoffe: Als im Hochmittelalter der Wohlstand wuchs, etablierte sich immer mehr der Fachwerkbau. Zahlreiche Holzverbindungen erforderten eine Vorfertigung der einzelnen Bauteile, wodurch sich der heutige Zimmererberuf entwickelte, welcher aus der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken ist. Die konservierende Wirkung von Lehm auf Holz zeigt sich auch in den vernakulären, translozierten Objekten in den Freilichtmuseen bis heute, wodurch auch das damalige Wissen für uns konserviert wird.

Die Notwendigkeit von Mehrgeschossigkeit und Massenwohnungsbau verlangte in der Industrialisierung nach Baustoffen mit einer größeren Festigkeit, weshalb zunehmend auf Stahl und Beton gesetzt worden ist. Solche Bauanforderungen sind mittlerweile zunehmend auch als Holzlehmbauten realisierbar und können mit dem heutigen Wissen effizient und ressourcenschonend, entsprechend ihrer Fähigkeiten umgesetzt werden. In den letzten Jahrzehnten wird der CO₂-Ausstoß der Zementherstellung immer mehr thematisiert und zeigt auf, wie wir uns immer weiter auf die Grenzen der Belastbarkeit auch in unserer gebauten Welt zubewegen. Deshalb ist es umso wichtiger, Baustoffe zu beziehen, die uns regional zur Verfügung stehen und im Idealfall so zu kombinieren, dass natürliche, diffusionsoffene Bauteile entstehen, die einen natürlichen Feuchteausgleich gewährleisten. Dadurch werden Bauschäden verhindert und langlebige Bauwerke entstehen. Die in dieser Arbeit ausgewählten, zeitgenössischen Pilotprojekte kombinierter Holzlehmbauten zeigen, wie erfolgreich diese Baustoffe kombiniert werden können. Dieses aktuelle Wissen muss in die breite Masse gelangen und weg von der Nische, damit die Vorurteile langfristig in der Allgemeinheit ausgeräumt werden. Ohne Zertifizierungen bleibt Lehm weiterhin ein Nischenprodukt und kann sich nur schwer gegen normierte Baustoffe durchsetzen. Der Preis reguliert aktuell die Verwendung von Lehmbaustoffen, er muss wettbewerbsfähiger werden, damit der Verdrängung natürlicher Baumaterialien Schritt für Schritt entgegen gewirkt wird. Die oberste Priorität sollte in zukünftigen Projekten immer sein, dass bevorzugt ökologische Baumaterialien eingesetzt,

Energie und Ressourcen eingespart werden und man den gesamten Lebenszyklus der Baustoffe und nicht nur deren Herstellungsprozess im Blick hat. Kreislauffähiges Bauen ist durch den technischen Fortschritt in Vergessenheit geraten, aber wir dürfen das Wissen aus jahrtausendalter, bewehrter Bauweisen nicht vergessen. Wir müssen dieses Wissen in die heutige Zeit übersetzen, um auf aktuelle und zukünftige klimatische Herausforderungen reagieren zu können. Wir müssen gesunde und lebenswerte Räume schaffen, die auch in ihrer Funktion möglichst lange nachhaltig sind. Gebäude sollten dabei als funktionierendes System in sich langfristig auf äußere Einflüsse reagieren können. Um ein Umdenken weiter voranzutreiben, müssen wir alle gemeinsam an einem Strang ziehen, Ausführende, Planer:innen, Forschung, Wirtschaft uvm., der Austausch zwischen möglichst vielen Fachbereichen ist bei zukünftigen Entwicklungen extrem wichtig. Es sollte immer eine enge Zusammenarbeit zwischen Planer:innen und Handwerker:innen auf Augenhöhe angestrebt werden, um den bestmöglichen Einsatz von Holz- und Lehmbaustoffen zu gewährleisten.

Mir persönlich ist ein sehr großes Interesse an firmeninterner und persönlicher Weiterentwicklung bei den meisten Interviewpartner:innen positiv in Erinnerung geblieben. Die befragten Personen sind sich ihrer ökologischen Verantwortung bewusst und zeigen sich sehr offen gegenüber der Erweiterung ihres Wissens und ihrer Aufgabenbereiche. Eine Ausbildungsschiene oder Fortbildung sollte aus meiner Sicht sowohl für Planer:innen als auch Ausführende zugänglich gemacht werden, um ein basiertes Wissen für die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten zu schaffen. Ein duales Ausbildungssystem mit individuell wählbaren Schwerpunkten, sehe ich

dabei als eine besonders sinnvolle Lösung an. Planer:innen benötigen vor allem einen theoretischen Hintergrund, Handwerker:innen besonders praxisbezogene Schulungen. Auch in der Lehre auf Universitäten muss das Angebot an die heutige Zeit und die voraussichtlich zukünftigen Entwicklungen dringend angepasst werden. Die allgemein verbreitete Unwissenheit verlangsamt ansonsten weiterhin den Fortschritt und bewahrt die veralteten Vorurteile gegenüber Naturbaustoffen. Generell gilt, dass nicht nur technische Lösungen gelehrt werden sollten, sondern auch weitreichendes, fundiertes Wissen, damit Planer:innen zukünftig ihren Bauherr:innen mehr über die Vorteile einer bewussten Materialwahl nahebringen können.

In Zukunft müssen wirtschaftliche Hürden abgebaut, Normen etabliert, Vorurteile ausgeräumt und die öffentliche Wahrnehmung des Holz-Lehmbaus modernisiert werden. Eine stärkere Vernetzung der Branche, mehr Austausch und mehr öffentlich sichtbare Referenzprojekte könnten dazu beitragen, das Bewusstsein dieser Bauweise zu schärfen. Die Zukunft der kombinierten Holzlehmbauweise wird wesentlich davon abhängig sein, inwieweit es gelingt, traditionelles Wissen mit modernen Bauweisen zu verbinden.

Ich wünsche mir für unsere Zukunft, dass Naturbaustoffe langfristig und wirtschaftlich tragfähig in der breiten Masse durchgesetzt und irgendwann wieder als alltäglich angesehen werden. Ein hoher Vorfertigungsgrad, Sanierung, Energie- und Ressourceneffizienz werden voraussichtlich die zentralen Themen in Zukunft in der Bauwirtschaft Österreichs sein und ich denke mit natürlichen Baustoffen sind wir hier ganz sicher auf einem vielversprechenden Weg!

Kapitel

8

BIBLIOGRAPHIE UND ANHANG

Endnotenverzeichnis	168
Abbildungsverzeichnis	178
Tabellenverzeichnis	186
Literaturverzeichnis	187
Trockenbauleitfaden ClayTec	188
Interviewleitfäden	192
Interviewpartner:innen	198
Auswahl Interviews	202
Danke!	224

Endnotenverzeichnis

- 1 „Geschichte des Lehmbaus“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 17.09.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/geschichte/>
- 2 „Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland“ (2021), Erich Lehner, Hubert Feiglstorfer, Abgerufen am 1.11.2024 von URL: <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/buchvorstellungen/data/freilichtmuseum-bad-tatzmannsdorf>
- 3 Vgl. Erich Lehner, Hubert Feiglstorfer (2021), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland, 1. Auflage, Verlag IVA-ICRA, S.85ff.
- 4 „Kitting Unterschützen“, (o.J.), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Abgerufen am 1.11.2024 von URL: <https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/kitting-unterschuetzen/>
- 5 Vgl. Erich Lehner, Hubert Feiglstorfer (2021), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland, 1. Auflage, Verlag IVA-ICRA, S.26
- 6 „Kitting Unterschützen“, (o.J.), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Abgerufen am 1.11.2024 von URL: <https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/kitting-unterschuetzen/>
- 7 „Fruchtstadel“, (o.J.), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Abgerufen am 1.11.2024 von URL: <https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/fruchtstadel/>
- 8 Vgl. Erich Lehner, Hubert Feiglstorfer (2021), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland, 1. Auflage, Verlag IVA-ICRA, S.101
- 9 Vgl. Erich Lehner, Hubert Feiglstorfer (2021), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland, 1. Auflage, Verlag IVA-ICRA, S.26
- 10 Vgl. Kropf, Astrid (2021), Das Freilichtmuseum Ensemble Gerersdorf und die Besonderheiten vernakulärer Architektur im Südburgenland, Diplomarbeit, Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege, S.75
- 11 Vgl. Kropf, Astrid (2021), Das Freilichtmuseum Ensemble Gerersdorf und die Besonderheiten vernakulärer Architektur im Südburgenland, Diplomarbeit, Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege, S.87
- 12 „Vorteile von Lehm-Kalkfarben“ (2023), Grimm, Roland, Abgerufen am 11.11.2024 von URL: <https://www.baustoffwissen.de/vorteile-von-lehm-kalkfarben-31102023>
- 13 Vgl. Kropf, Astrid (2021), Das Freilichtmuseum Ensemble Gerersdorf und die Besonderheiten vernakulärer Architektur im Südburgenland, Diplomarbeit, Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege, S.88
- 14 Vgl. Schroeder, Horst (2018), Lehm bau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.13f.
- 15 „Geschichte des Holzbaus“ (o.J.), Krötsch, Stefan, Baunetz Wissen, Abgerufen am 20.08.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/einfuehrung/geschichte-des-holzbaus-6640622>
- 16 Vgl. Schroeder, Horst (2018), Lehm bau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.14f.
- 17 „Ständerbauweise“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 20.08.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/glossar/s/staenderbauweise-7867691>
- 18 Vgl. Schroeder, Horst (2018), Lehm bau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.15
- 19 „Geschichte des Lehmbaus“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 19.08.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/geschichte/>
- 20 Vgl. Schroeder, Horst (2018), Lehm bau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.15
- 21 „Fachwerkbauweise“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 21.08.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/fachwerkbauweise-7820010>
- 22 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.14
- 23 „Geschichte des Holzbaus“ (o.J.), Krötsch, Stefan, Baunetz Wissen, Abgerufen am 21.08.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/einfuehrung/geschichte-des-holzbaus-6640622>
- 24 „Fachwerkbauweise“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 25.08.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/fachwerkbauweise-7820010>
- 25 „Fachwerkwand“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 16.09.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/bauteilsanierung/fachwerkwand-662927>
- 26 „Lebendige Gefache, Lehmvarianten in der Fachwerksanierung“ (o.J.), Dr. Michael Willhardt, Abgerufen am 3.11.2024 von URL: https://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_Lebendige_Gefache-1734603.html
- 27 „Fachwerksanierungen, Ausfachungen“ (2007), Christian Alker,

Abgerufen am 3.11.2024 von URL: chrome-extension://efaidnbnmnncipajpcglclefindmkaj/https://www.fh-muenster.de/bau/downloads/personen/muero/intern/bau/3.2_Fachwerksanierung__Gefache_.pdf

28 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.33

29 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.33ff.

30 „Nichttragende Wände aus Lehmbaustoffen, Ausfachungen“ (2024), Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 3.11.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm#ausfachungen>

31 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.124

32 Feiglstorfer Hubert, Meingast Roland, Ottner Franz (2023) Lehmbau: Der Einfluss von Lehm auf die vormoderne Baukultur in Ostösterreich, in MEMO 6: Shaping Matter(s). Pdf-Format, doi: 10.25536/20230602

33 „Lehm in Holzbalkendecken“ (2024), Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 16.11.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-decken-und-dach>

34 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.16

35 Vgl. Schroeder, Horst (2018), Lehmbau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.17f.

36 „Geschichte des Holzbaus“ (o.J.), Krötsch, Stefan, Baunetz Wissen, Abgerufen am 21.09.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/einfuehrung/geschichte-des-holzbaus-6640622>

37 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.31

38 „Fachwerk-Schäden“ (o.J.), Schneider, Peter, Abgerufen am 16.11.2024 von URL: <https://www.ziegelsanierung.com/fachwerksanierung/fachwerksch%C3%A4den/>

39 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.124

40 Vgl. Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.31f.

41 „Geschichte des Lehmbaus“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/geschichte/>

42 „Stampflehmboeden“ (o.J.), Lehm Ton Erde, Abgerufen am 13.02.2025 von URL: <https://www.lehmtonerde.at/de/produkte/produkt.php?alD=33>

43 „Fußböden aus Lehm“ (2024), Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-fussboeden-aus-lehm>

44 „Lehmbautechniken“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/bautechniken/>

45 „Stampflehmwand“ (o.J.), Lehm Ton Erde, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.lehmtonerde.at/de/produkte/produkt.php?alD=6>

46 „Lehmbautechniken“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/bautechniken/>

47 „Lehmbau: Der Einfluss von Lehm auf die vormoderne Baukultur in Ostösterreich“ (2023), Feiglstorfer, Hubert, Meingast, Roland, Ottner, Franz, in MEMO 6, Shaping Matter(s), S. 49

48 „Tragende Wände aus Lehm“, Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-tragende-waende-aus-lehm#als-lehmsteinwaende>

49 „Lehm“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe-teile/lehm-8250606>

50 „Norm zur Bemessung von tragendem Lehmsteinmauerwerk verabschiedet“ (2023), Baier, Johanna, Ziegert, Christof, Abgerufen am 13.02.2025 von URL: <https://www.nbau.org/2023/04/25/norm-zur-bemessung-von-tragendem-lehmsteinmauerwerk-verabschiedet/?utm>

51 „Trockenbau mit Lehm-Materialien“, Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-trockenbau>

52 „ClayTec Lehm-Trockenputzplatte“ (o.J.), ClayTec GmbH & Co. KG, Abgerufen am 13.02.2025 von URL: <https://claytec.de/produkt/lehm-trockenbau/claytec-lehm-trockenputzplatte/>

53 „ClayTec Lehm-Platte D22 solar“ (o.J.), ClayTec GmbH & Co. KG, Abgerufen am 13.02.2025 von URL: <https://claytec.de/produkt/lehm-trockenbau/claytec-lehmplatte-d22-solar/>

54 „Lehm-Platten schwer“ (o.J.), ClayTec GmbH & Co. KG, Abgerufen am 13.02.2025 von URL: <https://claytec.de/produkt/lehm-trockenbau/lemix-lehmplatten-schwer-d22-d16/>

55 „Nichttragende Wände aus Lehmbaustoffen“, Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm>

56 „Lehmbautechniken“ (o.J.), Netzwerk Lehm, Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://netzwerklehm.at/lehm/bautechniken/>

57 „Lehm in Holzbalkendecken“ (o.J.), Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 23.09.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/>

lehmbau/techniken-decken-und-dach#gewoelbe-aus-lehmsteinen

58 „Lehmputze“ (o.J.), Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 13.02.2024 von URL: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-lehmputze>

59 „Waldorfschule Mauer“ (2024), ANDIBREUSS, Abgerufen am 11.10.2024 von URL: <https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>

60 „Ein identitätsstiftendes Ensemble aus Alt und Neu“ (2024), Dietrich Untertrifaller, Abgerufen am 11.10.2024 von URL: <https://dtflr.com/de/projekte/rudolf-steiner-schule-wien>

61 „Waldorfschule Mauer“ (2024), ANDIBREUSS, Abgerufen am 11.10.2024 von URL: <https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>

62 „Windkraft Simonsfeld“, juri troy architects (2024), Abgerufen am 13.03.2025 von URL: <https://www.juritroy.com/de/projekte/128/erweiterung-firmenzentrale-windkraft-simonsfeld?k=>

63 „Wir bauen für die Zukunft: Standort-Erweiterung mit Juri Troy Architects“ (o.J.), Windkraft Simonsfeld AG, Abgerufen am 11.10.2024 von URL: <https://www.wksimonsfeld.at/ueber-uns/news/wir-bauen-fuer-die-zukunft-standort-erweiterung-mit-juri-troy-architects/>

64 „Geschichte des Holzbaus“ (o.J.), Krötsch, Stefan , Baunetz Wissen, Abgerufen am 10.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/einfuehrung/geschichte-des-holzbaus-6640622>

65 „Ein Blick in die WOHNWAGON Werkstatt“ (o.J.), WOHNWAGON, Abgerufen am 22.11.2024 von URL: <https://wohnwagon.at/dein-zuhause-wohnwagen/bauen-mit-der-natur/>

66 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

67 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

68 „HolzLehmVerbund. Ein neues Bausystem“ (2020), Breuss, Andreas, Abgerufen am 17.11.2024 von URL: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.andibreuss.at/sites/default/files/2020-02/BauZ_tagungsband_2020_NUR_AB.pdf

69 „Produktion“ (o.J.), LOPAS GmbH, Abgerufen am 17.11.2024 von URL: <https://www.lopas.at/produktion/>

70 Interview, Kopecek, Alexander, Exkursion der Young Earth Builders zu der Firma LOPAS, am 26.02.24

71 „543 Hortus“ (o.J.), Herzog & de Meuron, Abgerufen am 14.02.2024 von URL: <https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>

72 „Nachhaltigkeit ist kein Hexenwerk, HORTUS - Herzog & de Meu-

ron, Zürich“ (o.J.), Christine Müller, Abgerufen am 14.02.2024 von URL: <https://ofroom.net/journal-detail/hortus-herzog-de-meuron-zuerich.html>

73 „543 Hortus“ (o.J.), Herzog & de Meuron, Abgerufen am 14.02.2024 von URL: <https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>

74 „HORTUS – von der Idee zur Ausführung“ (2023), Energieagentur St.Gallen, Abgerufen am 14.02.2024 von URL: https://www.youtube.com/watch?v=3r0sF57kXIU&ab_channel=EnergieagenturSt.Gallen

75 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.60

76 „Historische Entwicklung der Holzwand“ (2011), Stefan Winter, proHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft, Abgerufen am 8.11.2024 von URL: <https://www.proholz.at/zuschnitt/43/historische-entwicklung-der-holzwand>

77 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.112 f.

78 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.122

79 „Brettstapelelemente, Massivholzsysteme“ (o.J.), Köhnken, Max , Baunetz Wissen, Abgerufen am 8.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/bauteile/brettstapelelemente--massivholzsysteme-6984813>

80 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.120

81 „Brettsperrholz (BSP), Massivholzsysteme“ (o.J.), Köhnken, Max , Baunetz Wissen, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/bauteile/brettsperrholz-bsp---massivholzsysteme-6984867>

82 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.124

83 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.126

84 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.128

85 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.62

86 „Tafelbau, Rahmenbau“ (o.J.), Krötsch, Stefan , Baunetz Wissen, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/tafelbau-rahmenbau-6983558>

87 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.78

- 88 „Holzrahmenbau und Holztafelbauweise, Konstruktion, Dämmung und Kosten“ (2019), Köberlein, Aviva, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.fertighaus.at/ratgeber/hausbau/holzrahmenbau-und-holztafelbauweise-konstruktion-daemmung-und-kosten/#:~:text=Der%20Holztafelbau%20ist%20eine%20besondere,bereits%20im%20Werk%20erledigt%20wurde>.
- 89 „Tafelbau, Rahmenbau“ (o.J.), Krötsch, Stefan , Baunetz Wissen, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/tafelbau-rahmenbau-6983558>
- 90 „Holzrahmenbau und Holztafelbauweise, Konstruktion, Dämmung und Kosten“ (2019), Köberlein, Aviva, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.fertighaus.at/ratgeber/hausbau/holzrahmenbau-und-holztafelbauweise-konstruktion-daemmung-und-kosten/#:~:text=Der%20Holztafelbau%20ist%20eine%20besondere,bereits%20im%20Werk%20erledigt%20wurde>
- 91 „Tafelbau, Rahmenbau“ (o.J.), Krötsch, Stefan , Baunetz Wissen, Abgerufen am 9.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/tafelbau-rahmenbau-6983558>
- 92 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.86ff.
- 93 „Brettschichtholz“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 5.12.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/baustoffe/brettschichtholz-6940386>
- 94 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.89
- 95 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.87
- 96 „Skelettbauweise“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 23.11.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/skelettbauweise-7769501>
- 97 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.96
- 98 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.98
- 99 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.104
- 100 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.102
- 101 Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.100
- 102 „Wohnhaus e3 Esmarchstraße in Berlin“ (2024), proHolz Austria,

Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft, Abgerufen am 5.12.2024 von URL: <https://www.proholz.at/holzbauten/architektur/wohnhau-esmarchstrasse-1>

103 „Achtgeschossiger Holzbau in Bad Aibling, Feuerbeständige Holzkonstruktion“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 5.12.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/objekte/wohnbauten/achtgeschossiger-holzbau-in-bad-aibling-3158543>

104 „Holzhochhaus HoHo in Wien“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 5.12.2024 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/objekte/weitere-bauten/holzhochhaus-hoho-in-wien-9572554>

105 „Der U-Wert als bauphysikalische Kenngröße“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 3.01.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/waermeschutz/der-u-wert-als-bauphysikalische-kenngroesse-4339151>

106 „Dämmstoffe: Eigenschaften, Anwendungen, Kennwerte“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 3.01.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/waermeschutz/daemmstoffe-eigenschaften-anwendungen-kennwerte-4366887>

107 „Graue Energie“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 3.01.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/glossar/g/graue-energie-664290>

108 „Recycling“ (o.J.), Baunetz Wissen, Abgerufen am 3.01.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/recycling-675291>

109 „Aussenwand awrhi17a“ (2024), dataholz.eu, Abgerufen am 7.03.2025 von URL: <https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awrhi17a.htm>

110 Vgl. Liedl, Petra, Rühm, Bettina (2019), Gesundes Bauen und Wohnen, 1. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt, S.58

111 Vgl. Liedl, Petra, Rühm, Bettina (2019), Gesundes Bauen und Wohnen, 1. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt, S.111

112 Vgl. Liedl, Petra, Rühm, Bettina (2019), Gesundes Bauen und Wohnen, 1. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt, S.74

113 „Ökologische Bilanzierungen für Lehmabauweise“ (2020), Schroeder, Horst, Lemke, Manfred, Dachverband Lehm e.V., Abgerufen am 8.03.2025 von URL: https://www.dachverband-lehm.de/lehm2020_online/pdf/lehm2020_b_schroeder-lemke_de.pdf?utm

114 „Einschalige Außenwand aus Normalbeton mit Wärmedämmverbundsystem“ (o.J.), Planungsatlas Hochbau, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://www.planungsatlas-hochbau.de/waermeschutz/einschalige-aussenwand-aus-normalbeton-mit-waermedaemmverbundsystem/aussenwandkanten-an-aussenluft/01-07-01-01-aussenecke-90-grad>

115 „Bauphysik von Dämmstoffen: Einfluss der Rohdichte auf die Dämmwirkung“ (2025), Energie-Experten, Abgerufen am 12.03.2025 von URL: https://www.energie-Experten.org/bauen-und-sanieren/daem-mung/waermedaemmung/rohddichte?utm_source=

116 „Beton“ (o.J.), BauNetz, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/beton-1291381>

117 „Klimakiller Beton: Diese 6 Grafiken zeigen das CO2-Problem der Zementindustrie“ (2023), Höfler, Nele Antonia, Wirtschaftswoche, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://www.wiwo.de/unternehmen/industrie/dekarbonisierung-klimakiller-beton-diese-6-grafiken-zeigen-das-co2-problem-der-zementindustrie/29431338.html>

118 „Beton“ (o.J.), BauNetz, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/beton-1291381>

119 „Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: [https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Waermedaemmverbundsysteme%20\(WDVS\)](https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Waermedaemmverbundsysteme%20(WDVS))

120 „Polystyrol EPS - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Polystyrol%20EPS>

121 „Bauphysik von Dämmstoffen: Einfluss der Rohdichte auf die Dämmwirkung“ (2025), Energie-Experten, Abgerufen am 12.03.2025 von URL: https://www.energie-Experten.org/bauen-und-sanieren/daem-mung/waermedaemmung/rohddichte?utm_source=

122 „Polystyrol EPS - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Polystyrol%20EPS>

123 „Polystyrol XPS - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Polystyrol+XPS>

124 „Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 8.03.2025 von URL: [https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Waermedaemmverbundsysteme%20\(WDVS\)](https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Waermedaemmverbundsysteme%20(WDVS))

125 „Leitfaden Ökologische Trockenbauwände im System“ (2025), ClayTec GmbH & Co. KG, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf

126 „Lehmplatten fördern nachhaltiges Bauen und Klimaschutz“ (o.J.), Ziegelindustrie International, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: https://www.zi-online.info/de/artikel/zi_Lehmplatten_foerdern_nachhaltiges_Bauen_und_Klimaschutz-3707605.html

127 „Stahl - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen

am 9.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/stahl>

128 „Trockenbau: eine wirtschaftliche und effiziente Methode für den Innenausbau“ (o.J.), Daibau, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: https://www.daibau.at/artikel/200/trockenbau_eine_wirtschaftliche_und_effiziente_methode_fur_den_innenausbau?utm_source=

129 „Gipskartonplatten - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/gipskartonplatten>

130 „Gips oder Lehm?“ (2021), natureplus, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: <https://www.natureplus.org/artikel-news/gips-oder-lehm>

131 „Gipskartonplatten - Ökobilanz“ (2025), Forum Nachhaltiges Bauen, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/gipskartonplatten>

132 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

133 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

134 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

135 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

136 Interview, Ilg, Pius, am 9.01.2025 per E-Mail geführt

137 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

138 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

139 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

140 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

141 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

142 Interview, Kromoser, Benjamin, am 03.06.2024 persönlich geführt als ZOOM-Gespräch

143 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

144 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt

145 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

146 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

147 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

148 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

149 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

150 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

151 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

152 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

153 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

154 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

155 Interview, Kromoser, Benjamin, am 03.06.2024 persönlich geführt als ZOOM-Gespräch

156 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

157 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

158 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

159 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

160 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

161 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

162 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

163 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

164 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

165 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

166 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt

167 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

168 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt

169 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

170 Interview, Kromoser, Benjamin, am 03.06.2024 persönlich geführt als ZOOM-Gespräch

171 Interview, Ilg, Pius, am 9.01.2025 per E-Mail geführt

172 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

173 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

174 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

175 „Erfolgsfaktoren für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen“ (2001), R. Wimmer, L. Janisch, H. Hohensinner, Abgerufen am 23.02..2025 von URL: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/erfolgsfaktoren-fuer-den-einsatz-nachwachsender-rohstoffe-im-bauwesen.php>

176 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

177 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

178 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

179 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt

180 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

181 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

182 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

183 Interview, Ilg, Pius, am 9.01.2025 per E-Mail geführt

184 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt

185 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

186 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

187 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

188 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

189 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

190 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

191 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

192 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

193 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

194 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

195 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

196 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

197 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

198 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

199 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

200 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

201 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

202 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

203 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

204 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

205 Interview, Kromoser, Benjamin, am 03.06.2024 persönlich geführt als ZOOM-Gespräch

206 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

207 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

208 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

209 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

210 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

211 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

212 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

213 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

214 „Nachhaltige Bautechnologien: Mit Holz und Lehm in die Zukunft“ (2024), Abgerufen am 25.02.2025 von URL: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-103482.html>

215 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt

216 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

217 Interview, Ilg, Pius, am 9.01.2025 per E-Mail geführt

218 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

219 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

220 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

221 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

222 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

223 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

224 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

225 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

226 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

227 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

228 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

229 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

230 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich

231 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

232 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

233 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

- 234 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt
- 235 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt
- 236 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 237 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 238 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 239 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 240 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 241 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 242 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich
- 243 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 244 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 245 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 246 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 247 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 248 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 249 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich
- 250 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark
- 251 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt
- 252 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 253 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 254 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt in

- 2700 Wiener Neustadt, Niederösterreich
- 255 Interview, Ilg, Pius, am 9.01.2025 per E-Mail geführt
- 256 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt
- 257 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark
- 258 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt
- 259 Interview, Eder, Markus, am 23.01.2025 telefonisch geführt
- 260 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 261 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt
- 262 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 263 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 264 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt
- 265 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 266 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 267 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 268 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt
- 269 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark
- 270 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt
- 271 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt
- 272 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 273 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 274 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt
- 275 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 276 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

277 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

278 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

279 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

280 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

281 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

282 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

283 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt

284 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

285 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

286 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

287 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

288 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

289 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

290 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

291 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

292 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

293 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

294 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

295 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

296 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

297 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

298 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt

299 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

300 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

301 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

302 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

303 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

304 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

305 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

306 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien

307 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien

308 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

309 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt

310 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark

311 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

312 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

313 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

314 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt

315 „Holzbau - Innovativ oder am Holzweg?“ (2021) BOKU, Kromoser, Benjamin, Abgerufen am 2.03.2025 von URL: <https://www.youtube.com/watch?v=aUpETHWj834>

316 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien

317 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien

318 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt

319 Interview, Harald, Aichinger, am 07.06.2024 persönlich geführt

320 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt

- 321 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark
- 322 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 323 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 324 Interview, Pirker, Robert, am 29.05.2024 telefonisch geführt
- 325 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt
- 326 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt
- 327 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 328 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 329 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 330 Interview, Höfler, Wilhelm, am 24.05.2024 persönlich geführt in Pinggau, Steiermark
- 331 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 332 Interview, Breidenbach, Simon, am 1.03.2024 persönlich geführt in Wien
- 333 Interview, Fodor, Michaela, am 16.05.2024 persönlich geführt in Wien
- 334 Interview, Simlinger, Martin, am 30.09.2024 telefonisch geführt
- 335 Interview, Prinz, Ferdinand, am 03.10.2024 telefonisch geführt
- 336 Interview, Egger, Michael, am 8.11.2024 persönlich geführt in Wien
- 337 Interview, Reichelt, Hendrik, am 20.01.2025 telefonisch geführt
- 338 Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien
- 339 Holzbau - Innovativ oder am Holzweg?“ (2021) BOKU, Kromoser, Benjamin, Abgerufen am 2.03.2025 von URL: <https://www.youtube.com/watch?v=aUpETHWj834>
- 340 „Leitfaden Ökologische Trockenbauwände im System“ (2025), ClayTec GmbH & Co. KG, Abgerufen am 9.03.2025 von URL: https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf

Buchcover-Design Eigene Darstellung (Vanessa Wohlhaupter)

Abbildungsverzeichnis

- Abb.01: Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf
<https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/uebersichtsplan/>
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.02: Holzblockwand eines „Kitting“ Speicherbaus
<https://memo.imareal.sbg.ac.at/wsarticle/memo/2023-feiglstorfer-et-al-lehmbau-ostoessterreich/>
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Abb.03: Kitting Oberwart 1820 (11)
<https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/kitting-oberwart/>
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.04: Kitting Unterschützen 1794 (20)
<https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/kitting-unterschuetzen/>
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.05: Nachbau eines Fruchtstadels, Zuberbach 1829 (16)
<https://www.dazumal-burgenland.at/freilichtmuseum/fruchtstadel/>
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.06: Bauaufnahme Fruchtstadel, 2019 (eigene Darstellung)
- Abb.07: Wohnhaus Güssing Giebelseite
https://media04.meinbezirk.at/article/2018/09/25/9/16026669_XXL.jpg?1558842069
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.08: Wohnhaus Güssing
https://www.mamilade.at/sites/default/files/field/image/gerersdorf_14_rmb.jpg
(Abgerufen am 1.11.2024)
- Abb.09: Fachwerkhaus aus dem Jahr 1289, Flechtwerk mit Strohlehmischung (eigene Darstellung)
Schroeder, Horst (2018), Lehmbau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.16
- Abb.10: Die Entwicklung zur Fachwerkbauweise (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Schroeder, Horst (2018), Lehmbau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg, S.15
- Abb.11: Geschlossene Hofreite aus 1800, Hessen
<https://www.dachverband-lehm.de/bauwerke/denkmalgerechte-sanierung-hofreite-nidda-ulfa>
(Abgerufen am 21.08.2024)
- Abb.12: Ausfachungen mit Lehmewurf (bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.35
- Abb.13: Ausfachungen mit Strohlehm (bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.35
- Abb.14: Verschiedene Ausfachungstechniken
<https://www.frankpouwer.nl/nieuws/eikenhout-en-historische-vakwerkhuisen/>
(Abgerufen am 22.09.2024)

- Abb.15: Wickeldecken, Herstellung und Einschub der Lehmwickel (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter) Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag, S.110
- Abb.16: Lehmgewinnung durch Förderbagger , Wienerberg, 1913
<https://www.schlot.at/2021/05/14/at-1100-wien-wienerberger-ziegelwerke-werk-wienerberg-1913/>
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Abb.17: Schlagerin und Schlagtisch mit Lehmhaufen, Wienerberg, 1913
<https://www.schlot.at/2021/05/14/at-1100-wien-wienerberger-ziegelwerke-werk-wienerberg-1913/>
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Abb.18: Frisch ausgeschlagene liegende Ziegel, Wienerberg, 1913
<https://www.schlot.at/2021/05/14/at-1100-wien-wienerberger-ziegelwerke-werk-wienerberg-1913/>
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Abb.19: Gestempelte Ziegel aus verschiedenen Fabriken
https://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/ABC_zur_Volkskunde_%C3%96sterreichs/Ziegel
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Abb.20: Saniertes Fachwerkensemble aus dem 18. Jh. (links) und dem späten 16. Jh., hessisches Buchenau
<https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/fachwerkbauweise-7820010/gallery-1/4>
(Abgerufen am 22.09.2024)
- Abb.21: Saniertes Fachwerkhaus
https://www.reddit.com/r/architecture/comments/sggjc6/live_been_living_in_germany_for_the_last_4_months/?tl=de&rdt=56900
(Abgerufen am 22.09.2024)
- Abb.22: Stampflehm Boden
<https://www.erden.at/Stampflehm Boden> (Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.23: Stapflehmwand
<https://www.lehmtonerde.at/de/projekte/projekt.php?plD=107>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.24: Lehmsteine
heruntergeladen von <https://www.istockphoto.com/de/foto/handgefertigte-clay-ziegelsteine-in-indien-gm475746898-66034903?searchscope=image%2Cfilm>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.25: Wellerlehm
<https://www.baunetzwissen.de/gesund-bauen/objekte/wohnen/wohnhaus-flury-in-deitingen-1556003>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.26: Leichtlehm Holzständerkonstruktion
<https://www.dabonline.de/bautechnik/lehmbau-holzbau-kombination-leichtlehm-fachwerk-bausteine-platten-daemmung/> (Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.27: Lehmbauplatten auf Unterkonstruktion aus Metallständern
https://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_Lehmbauplatte-1808303.html
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.28: Leichtlehm Fachwerkbau
<https://www.leibbrand.de/top-trends/toprends-single/zurueck-in-die-zukunft-lehm-ein-moderner-baustoffklassiker>
(Abgerufen am 07.10.2024)

- Abb.29: Trockenbau mit Lehm-Platten
<https://www.bba-online.de/trockenbau/lehm-platten-material-mit-tradition/>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.30: ClayTec leichte Lehm-Trockenputzplatte
<https://shop.claytec.at/produkt/claytec-lehm-trockenputzplatte/>
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.31: ClayTec Lehm-Platte D22 solar
<https://shop.claytec.at/produkt/claytec-lehm-platte-d22-solar/>
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.32: ClayTec Lehm-Platte schwer
<https://claytec.de/produkt/lehm-trockenbau/lehm-platten-schwer-d22-d16/>
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.33: Vorsatzschale aus Lehm
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm#vorschalen>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.34: Lehmschüttung
<https://rw-montagebau.de/referenzen/trockenestrich%20u.%20sch%C3%BCttungen/lehmsch%C3%BCttung%2C%20trockenestrich%20holzhaus.html>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.35: Lehmputz
<https://www.franzundsue.at/projekte/bildungscampus-puntigam-graz/>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.36: Einschubdecke
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-decken-und-dach#einschubdecken>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.37: Stakendecke
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-decken-und-dach#stakendecken>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.38: Deckenaufgabe
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-decken-und-dach#deckenaufgaben>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.39: Gefach aus Lehmsteinen
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm#ausfachungen>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.40: Gestapelte Lehmwand
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm#stapelschale>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.41: Lehm-Platte
<https://www.dachverband-lehm.de/lehm-bau/techniken-trockenbau>
(Abgerufen am 07.10.2024)

- Abb.42: Vorsatzschale aus Leichtlehm mit Schilfrohrgewebe
<https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-nichttragende-waende-aus-lehm#leichtlehm-feucht>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.43: Lehm in Dachschrägen
<https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-decken-und-dach#lehm-in-dachschraegen>
(Abgerufen am 07.10.2024)
- Abb.44: OG 2 Neubau
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.45: Hofseite
<https://www.architektur-aktuell.at/projekte/innovative-ergaenzung-aus-holz-und-lehm> (Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.46: Lehmaushub
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.47: Analyse Lehmproben
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.48: Aufbereiteter Lehm
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.49: Holzständerbau Trennwände
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.50: Innenausbau mit Lehmbauplatten
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.51: Trockenbau
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.52: Speisesaal
<https://dtflr.com/de/projekte/rudolf-steiner-schule-wien>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.53: Lehmputz und helle Holzverkleidungen
<https://www.andibreuss.at/projekt/waldorf-schule-mauer-2024>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.54: Lementz an Wand und Decke
<https://www.ubm-development.com/magazin/rudolf-steiner-schule/>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.55: Stampflehmwand im Kern
<https://www.juritroy.com/de/projekte/111/windkraft-simonsfeld?k=>
(Abgerufen am 11.10.2024)

- Abb.56: Holzbau im klaren Raster
<https://www.juritroy.com/de/projekte/111/windkraft-simonsfeld?k=>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.57: Stampflehmwand neben CLT-Trepp
<https://www.juritroy.com/de/projekte/111/windkraft-simonsfeld?k=>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.58: Thermisch aktivierte Stampflehmwand
<https://www.juritroy.com/de/projekte/111/windkraft-simonsfeld?k=>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.59: Offener, flexibler Grundriss
<https://www.juritroy.com/de/projekte/111/windkraft-simonsfeld?k=>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.60: Haus ohne Beton
<https://www.andibreuss.at/projekt/haus-ohne-beton-2020>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.61: Brettstapelholz Decke, Innenputz aus Lehm
<https://www.andibreuss.at/projekt/haus-ohne-beton-2020>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.62: Innenausbau nur mit natürlichen Materialien
<https://www.andibreuss.at/projekt/haus-ohne-beton-2020>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.63: Badezimmer aus Holz und Lehm, keine Abdichtungen
<https://www.andibreuss.at/projekt/haus-ohne-beton-2020>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.64: Schraubfundamente, Bodenplatte aus Holz
<https://www.andibreuss.at/projekt/haus-ohne-beton-2020>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.65: WOHNWAGON Oskar
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)
- Abb.66: Wandaufbau gerade Außenwand ohne Lehmputz
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)
- Abb.67: Vorfertigung, Schafwolldämmung
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)
- Abb.68: Modulbauweise, Massivholzwand
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)
- Abb.69: Runde Wand mit Lehmputz
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)

- Abb.70: Andi Breuss , Holz-Lehm-Verbundsystem
https://www.andibreuss.at/sites/default/files/styles/content_half_width/public/2023-07/Schallpru%CC%88fung_AB.jpg?itok=f79ul2Ux
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.71: Holz-Lehm-Verbundsystem
<https://www.andibreuss.at/projekt/geladener-wettbewerb-forschung-burgenland-2019>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.72: LOPAS, patentierter Wandaufbau
<https://www.lopas.at/produktion/>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Abb.73: Lehm PassivhausTattendorf
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/lehm-passiv-buerohaus-tattendorf.php>
(Abgerufen am 14.02.2025)
- Abb.74: Holzständerkonstruktion
<https://reinberg.net/wp-content/uploads/2021/12/P1010010-1.jpg>
(Abgerufen am 12.03.2025)
- Abb.75: Rendering Herzog & de Meuron
<https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.76: Schnittperspektive Herzog & de Meuron
<https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.77: Deckenaufbau Herzog & de Meuron
https://www.energieapero-gr.ch/veranstaltungskalender/attachments/220530072714_2methodikkonzepternachhaltigkeitszielezurueuenstatik.pdf
(Abgerufen am 13.03.2025)
- Abb.78: Übersicht moderner Holzbauweisen in Europa (bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
<https://www.proholz.at/zuschnitt/43/historische-entwicklung-der-holzwand>
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.79: Brettstapel mit Holzdübel
<https://www.naegeli-holzbau.ch/holzbau/innenausbau-1.html>
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.80: Brettstapel Massivholzelement
<https://www.naegeli-holzbau.ch/holzbau/innenausbau-1.html>
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.81: Brettstapel Decke
<https://www.naegeli-holzbau.ch/holzbau/innenausbau-1.html>
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.82: Brettsper Holz, verdübelt
https://materialarchiv.ch/de/ma:material_d23a47a1-4d53-427c-ac11-238c13f4d6c0?type=all&n=Grundlagen
(Abgerufen am 25.11.2024)

- Abb.83: Wandelemente aus Brettsper Holz mit Holz-Holz Verbinder
https://materialarchiv.ch/de/ma:material_d23a47a1-4d53-427c-ac11-238c13f4d6c0?type=all&n=Grundlagen
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.84: Brettsper Holz (BSP/CLT) Massivholzplatte
<https://www.schneider-holz.com/de/produkte/holz/brettsperholz/cls-decke/>
(Abgerufen am 25.11.2024)
- Abb.85: Holzrahmenbau
<https://www.zimmerei-danielvogel.de/leistungen/holzrahmenbau>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.86: Holztafelbau
<https://www.schnoor.de/holztafelbau/>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.87: Stütze und Doppelträger (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.94
- Abb.88: Tamedia-Gebäude, Bausystem von Architekt Shigeru Ban entwickelt
<https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/skelettbauweise-7769501/gallery-17>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.89: Doppelstütze und Träger (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.94
- Abb.90: Gabelstütze (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.94
- Abb.91: Stütze und anschließender Träger (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.94
- Abb.92: Stütze und aufliegender Träger (Darstellung bearbeitet von Vanessa Wohlhaupter)
Vgl. Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, S.94
- Abb.93: Holzbauweisen im Vergleich
<https://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.94: E3 Brettschichtholz Stützen, Fotografie Bernd Borchardt
<https://www.proholz.at/holzbauten/architektur/wohnhaus-esmarchstrasse-1>
(Abgerufen am 11.10.2024)
- Abb.95: E3 Fassadenkonstruktion, Fotografie Bernd Borchardt
<https://www.proholz.at/holzbauten/architektur/wohnhaus-esmarchstrasse-1>
- Abb.96: E3 Brettstapeldecke
<https://www.kadenplus.de/projekt/e3>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.97: H8 Massivholzkonstruktion
<https://www.byak.de/planen-und-bauen/projekt/holz-8-acht-stoekiges-holzhaus-bad-aibling-1.html>
(Abgerufen am 1.12.2024)

- Abb.98: H8 Treppenhaus
<https://www.byak.de/planen-und-bauen/projekt/holz-8-acht-stoeckiges-holzhaus-bad-aibling-1.html>
(Abgerufen am 1.12.2024))
- Abb.99: H8 Laubengang
<https://www.byak.de/planen-und-bauen/projekt/holz-8-acht-stoeckiges-holzhaus-bad-aibling-1.html>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.100: H8 Fassade
<https://www.byak.de/planen-und-bauen/projekt/holz-8-acht-stoeckiges-holzhaus-bad-aibling-1.html>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Abb.101: Abbruch Gebäude
<https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/recycling-675291/gallery-1/1>
(Abgerufen am 3.01.2025)
- Abb.102: Detailzeichnung massive Holzaußenwand
<https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awrhi17a.htm>
(Abgerufen am 8.03.2025)
- Abb.103: Detailzeichnung massive Betonaußenwand
<https://www.planungsatlas-hochbau.de/waermeschutz/einschalige-aussenwand-aus-normalbeton-mit-waermedaemmverbundsystem/aussenwandkanten-an-aussenluft/01-07-01-01-aussenecke-90-grad>
(Abgerufen am 8.03.2025)
- Abb.104: Holzständerwand mit Lehmbauplatten
https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf
(Abgerufen am 9.03.2025)
- Abb.105: Konstruktionsübersicht Trockenbauwände ClayTec
https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf
(Abgerufen am 9.03.2025)
- Abb.106: Installationswände ClayTec
https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf
(Abgerufen am 9.03.2025)
- Abb.107: Gipskarton Trennwand
<https://www.manomano.de/beratung/trennwand-aus-gipskarton-und-metallstaenderwerk-bauen-so-geht-s-8627>
(Abgerufen am 9.03.2025)
- Abb.108: Global Warning Potential (GWP) Trockenbauplatten
https://claytec.de/wp-content/uploads/2022/03/Trockenbauleitfaden_Web-Export_1-2025_DE.pdf
(Abgerufen am 9.03.2025)
- Abb.109: Firmenstandorte
(Eigene Darstellung)
- Abb.110.: Detail Wandaufbau Firma BiosLehm
Interview, Wallner, Bernhard, am 26.02.2024 persönlich geführt in Wien, anschließend wurden mir Detailzeichnungen ihres Projektes in St.Pölten per E-Mail zugeschickt

Tabellenverzeichnis

- Tab. 01: Beispielhafte Verarbeitung von Lehm für verschiedene Anwendungen
Liedl, Petra, Rühm, Bettina (2019), Gesundes Bauen und Wohnen, 1. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt, S.75
- Tab. 02: Einsatzbereiche von Baulehm
<https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/einsatzbereiche>
(Abgerufen am 23.09.2024)
- Tab. 03: Wandaufbau WOHNWAGON runde Wand
<https://wohnwagon.at/dein-zuhause-von-wohnwagon/bauen-mit-der-natur/>
(Abgerufen am 22.11.2024)
- Tab. 04: LOPAS, patentierter Wandaufbau
<https://www.lopas.at/produktion/>
(Abgerufen am 17.11.2024)
- Tab. 05: Vergleich unterschiedlicher Speichermassen
Breuss, Andreas (2020), HolzLehmVerbund. Ein neues Bausystem,
chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpcgclefindmkaj/https://www.andibreuss.at/sites/default/files/2020-02/BauZ_tagungsband_2020_NUR_AB.pdf (Abgerufen am 17.11.2024)
- Tab. 06: U-Wert Vergleich je Wandstärke
Breuss, Andreas (2020), HolzLehmVerbund. Ein neues Bausystem,
chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpcgclefindmkaj/https://www.andibreuss.at/sites/default/files/2020-02/BauZ_tagungsband_2020_NUR_AB.pdf (Abgerufen am 17.11.2024)
- Tab. 07: Entwicklung der Holzbauweisen
<https://www.proholz.at/zuschnitt/43/historische-entwicklung-der-holzwand>
(Abgerufen am 10.11.2024)
- Tab. 08: Ort der Fertigung
<https://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Tab. 09: Anwendungsbereiche
<https://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung>
(Abgerufen am 1.12.2024)
- Tab. 10: Wandaufbau Holzmassivaußenwand
<https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awrhi17a.htm>
(Abgerufen am 8.03.2025)
- Tab. 11: Wandaufbau Betonmassivaußenwand
<https://www.planungsatlas-hochbau.de/waermeschutz/einschalige-aussenwand-aus-normalbeton-mit-waermedaemmverbundsystem/aussenwandkanten-an-aussenluft/01-07-01-01-aussenecke-90-grad>
(Abgerufen am 8.03.2025)
- Tab. 12: Vergleich Außenwände
(Eigene Darstellung, kurze Zusammenfassung der Analyse)

Literaturverzeichnis

Feiglstorfer Hubert, Meingast Roland, Ottner Franz (2023) Lehmbau: Der Einfluss von Lehm auf die vormoderne Baukultur in Ostösterreich, in MEMO 6: Shaping Matter(s). Pdf-Format, doi: 10.25536/20230602

Kolb, Josef (2020), Holzbau mit System, 3., aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag

Kropf, Astrid (2021), Das Freilichtmuseum Ensemble Gerersdorf und die Besonderheiten vernakulärer Architektur im Südburgenland, Diplomarbeit Technische Universität Wien, Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege

Lehner Erich, Feiglstorfer Hubert (2021), Freilichtmuseum Bad Tatzmannsdorf, Bautraditionen im Südburgenland, 1. Auflage, Verlag IVA-ICRA

Liedl Petra, Rühm Bettina (2019), Gesundes Bauen und Wohnen, 1. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt

Schroeder, Horst (2018), Lehmbau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Vieweg

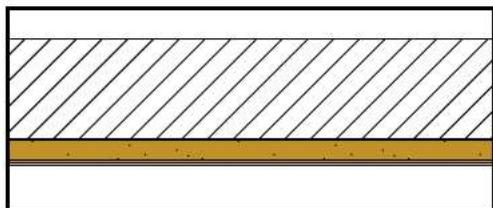
Volhard, Franz (2021), Bauen mit Leichtlehm, 9. Auflage, Birkhäuser Verlag

Trockenbauleitfaden ClayTec

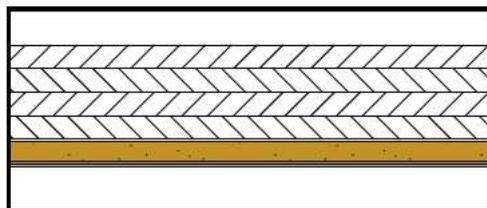
In dieser Arbeit wurde des Öfteren auf unterschiedliche Ausführungen von Lehm-trockenbau-platten hingewiesen. Ergänzend dazu befinden sich ein paar Auszüge aus dem aktuellen Trockenbauleitfaden³⁴⁰ der Firma ClayTec, in der mögliche Anwendungsformen und Unterschiede verdeutlicht werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

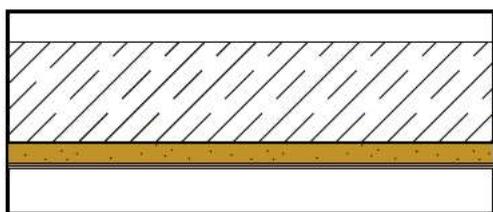
Mauerwerkswand



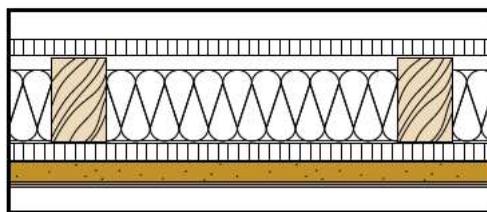
Holzmassivwand



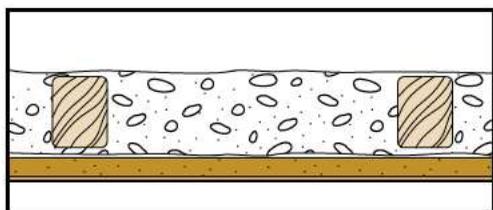
Betonwand



Holzständerwand



Fachwerkwand



Metallständerwand

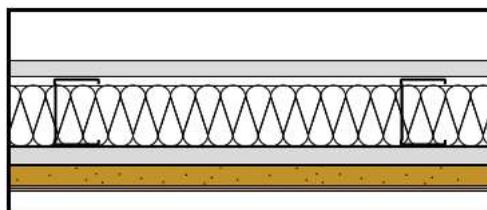


Tabelle 13: Schalldämmmaße Wände mit Beplankungen

Art.-Nr.	Trockenbauplatte	Holz-	Metal-	Wanddicke gesamt	Dämmschicht/Füllung	Dämm- Schalldämm-		
		ständer	ständer			schicht	maß**	
		bxh mm*				mind. Dicke mm	R _w dB	R _{w,R} dB
09.004	ClayTec Lehmbauplatte D20	-	CW 75	ca. 130 mm	Steinwolle	50	48	46
09.004	ClayTec Lehmbauplatte D20	60x60	-	ca. 115 mm	ClayTec Lehmstein ca. 75 mm, geklemmt durch die Beplankung	-	47	45
09.002	ClayTec Lehmbauplatte D25	60x60	-	ca. 125 mm	Zelluloseplatte	80	53	51
09.002	ClayTec Lehmbauplatte D25	60x60	-	ca. 125 mm	Schafwolle	70	56	54
09.015	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) 2x D16	60x80	-	ca. 160 mm	Naturdämmstoff	80	56	54
09.014	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D22	-	CW 75	ca. 135 mm	Steinwolle	50	55	53
09.014	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D22	60x80	-	ca. 140 mm	Naturdämmstoff	80	52	50
09.014	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D22	2x 60x60	-	ca. 190 mm	Naturdämmstoff	60	65	63
09.221	ClayTec HFA N+F D20	-	CW 75	ca. 130 mm	Steinwolle	50	41	39
09.223	ClayTec HFA N+F D25	60x80	-	ca. 145 mm	Holzfaserdämmstoff	60	46	44

* Die aufgeführten Holzständerabmessungen können von den in den Schallschutznachweisen beschriebenen abweichen

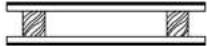
** Die Schalltechnischen Nachweise stellen wir auf Anfrage gerne zur Verfügung

ClayTec Ökologische Trockenbauwände im System | 43


ClayTec[®]
 Lehm in Bestform.

BAUTEILWERTE BEPLANKUNGS-KONSTRUKTIONEN

Tabelle 15: Brandschutz Wände mit Beplankungen

Art.- Nr.	Trockenbauplatte	Baustoff- klasse	Konstruktions- übersicht	Wandaufbau	Wanddicke gesamt	Feuer- widerstands- klasse
09.002	ClayTec Lehm- bauplatte D25	B1*		UK: Holz 6/4 cm Platte beidseitig einfach	ca. 120	F30*
09.015	Lehm- bauplatte schwer (LEMIX) D16	A1		Platte doppelt	ca. 40	F30
09.014	Lehm- bauplatte schwer (LEMIX) D22	A1		UK: Holz 6/6 cm Platte beidseitig einfach	ca. 120	EI45 (F30)**
09.014	Lehm- bauplatte schwer (LEMIX) D22	A1		UK: Holz 8/6 cm Platte beidseitig einfach	ca. 140	EI90 (F90)**
09.015	Lehm- bauplatte schwer (LEMIX) 2x D16	A1		UK: Holz 8/6 cm Platte beidseitig doppelt	ca. 160	EI120 (F120)**
09.014	Lehm- bauplatte schwer (LEMIX) D22	A1		UK: Holz 2 x 6/6 cm Platte beidseitig einfach	ca. 190	EI60 (F60)**
09.221	ClayTec HFA N+F D20	B2		-	-	nicht geprüft
09.223	ClayTec HFA N+F D25	B2		-	-	nicht geprüft
09.226	ClayTec HFA maxi	B2		-	-	nicht geprüft

*kein abP, nur Prüfberichte

** H 3.000 mm, starrer Deckenanschluss. Bei Abweichungen und Einbau von Steckdosen etc. bitten wir um gesonderte Rücksprache.

ClayTec Ökologische Trockenbauwände im System | 44

BEKLEIDUNGEN


ClayTec
 Lehm in Bestform.

Dynamische Feuchtesorption, Raumklima

Tabelle 18: Feuchtesorption Bekleidungen

Art.- Nr.	Trockenbauplatte	nach 0,5 Std.	nach 1 Std.	nach 3 Std.	nach 6 Std.	nach 12 Std.	Wasserdampf- sorptionsklasse
		g/m ²	WS				
09.010	ClayTec- Lehm-Trockenputzplatte D16	6,5	8,5	24,0	41,7	80,8	III
09.009	ClayTec HFA dünn D8	6,3	9,6	24,9	41,8	73,6	
09.510	Cellco Korkdämm-Platte (EKP)	3,3	5,3	11,6	15,4	25,7	

Platten jeweils beschichtet mit Lehmkleber D= 3 mm und YOSIMA Lehm-Designputz WE0 D= 2 mm

Thermische Speichermasse, Wärmespeicherung

Tabelle 19: Wärmespeicherung Bekleidungen

Art.- Nr.	Trockenbauplatte	Spez. Wärmekapazität c	
		Material kJ/kgK	Plattenbeplankung kJ/m ² K
09.010	ClayTec-Lehm-Trockenputzplatte D16	1,45	16,2
09.015	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D16	1,1	25,5
09.009	ClayTec HFA dünn D8	2,1	3,9
09.510	Cellco Korkdämm-Platte (EKP)	2,1	2,5

Brandschutz

Tabelle 20: Brandschutz Bekleidungen

Art.- Nr.	Trockenbauplatte	Baustoffklasse	Wandaufbau	Feuerwiderstandsklasse
09.010	ClayTec-Lehm-Trockenputzplatte D16	B1*		
09.015	Lehmbauplatte schwer (LEMIX) D16	A1	Bekleidung zweifach + Fugenverspachtelung	F30
09.009	ClayTec HFA dünn D8	B2		
09.510	Cellco Korkdämm-Platte (EKP)	B2		

* kein abP, nur Prüfbericht des Produktes ClayTec 09.002

Interviewleitfäden

Leitfaden für ein qualitatives Interview mit Zimmereibetrieben, Holz- und Lehmbaufirmen zum Thema: Die Kombination aus Holz und Lehm in der Bauwirtschaft Österreichs

- 1. Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmbaumstoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?**
- 2. Welche Holzbauweisen bieten Sie in Ihrem Unternehmen an?**
- 3. Setzen Sie bei vorgefertigten Elementen konsequent auf nachwachsende Rohstoffe? Welche Materialien kommen hauptsächlich bei Ihnen zum Einsatz?**
- 4. Welches Material nutzen Sie zur Wärmedämmung und weshalb?**
- 5. Seit wann setzen Sie in Ihrer Produktion auch Lehm ein? Wie kam es dazu?**
- 6. Setzen Sie Lehm bereits in der Vorfertigung ein oder vor Ort auf der Baustelle? Wie lässt sich der Lehm in den Fertigungsprozess der Holzbauteile integrieren?**
- 7. Wirkt sich der Einsatz von Lehm auf den Bauzeitplan aus?**
- 8. Gibt es genügend Anbieter:innen von Lehmbaumstoffen am Markt? Woher beziehen Sie Ihre Lehmbaumstoffe? Welche Rolle spielen die Kosten der Lehmbaumstoffe?**
- 9. Bemerken Sie eine verstärkte Nachfrage nach Lehmbaumstoffen? Fragen Kund:innen sie gezielt nach dem Einsatz von Lehm oder empfehlen Sie den Baustoff aktiv selbst?**
- 10. Welche Gebäudetypologien haben sie im Holz-Lehm-Verbund bereits realisiert? Einfamilienhäuser? Wohnbau? Öffentliche Bauten? Sonstige?**
- 11. In welchen Bereichen (Boden, Wände, Decke) setzen Sie Lehm ein? Welche positiven Erfahrungen haben Sie dabei bisher machen können und was sind für Sie die größten Hürden gewesen?**
- 12. Welche Erfahrungen haben Sie mit der Bewilligung von Holz-Lehm-Systemen gemacht? Ist die Bewilligung komplizierter als bei reinen Holzbausystemen?**

13. Welche Rolle spielt die Zertifizierung von Lehmbaustoffen bzw. die Normierung im Bereich des Lehmbaus für Sie?

14. Wie sehen die Aufbauten aus Holz und Lehm aus, die sie derzeit verwenden? Gibt es Detailzeichnungen davon? Haben Sie davon Werte wie U-Wert, Schallschutz, Brandschutz etc.?

15. Verfügen Sie über eigene Mitarbeiter:innen, die sich im Lehmbau auskennen, oder binden Sie Lehmbau-Fachkräfte von außen ein?

16. Denken Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist? Wenn ja, in welchen Bereichen?

**17. Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehm-
bau?**

**18. Denken Sie, dass die Eingliederung eines Moduls Holz-Lehm-Systeme in das ECVET-System sinnvoll wäre? Wenn nein, warum nicht?
Wenn ja, warum? Was hätte es für Vorteile für Ihre Firma?**

19. Welche Themen müsste eine solche Ausbildungsschiene beinhalten? Sollte es eine theoretische oder eher praktische Ausbildung sein?

20. Könnten Sie sich vorstellen, sich in die ECVET-Ausbildung Holz-Lehm-Systeme theoretisch oder auch praktisch zu integrieren? zBsp. Firmen Räumlichkeiten für die Durchführung von ECVET-Workshops zur Verfügung stellen?

21. Wären Sie selbst interessiert, eine zertifizierte Lehmbauausbildung zu absolvieren? Warum bzw. warum nicht? Wenn ja, welche Inhalte wären für Sie besonders interessant?

22. Wieviel wären Sie bereit, für eine Lehmbauweiterbildung mit Zertifikat auszugeben bzw. wieviel dürfte so eine Weiterbildung Ihrer Meinung nach kosten?

23. Könnten Sie sich vorstellen, Ihre Mitarbeiter:innen auf eine vom Netzwerk Lehm konzipierte und zertifizierte Lehm Weiterbildung zu schicken? Wären Sie bereit, die Kosten zu tragen (ca. € 2.000,-)?

- 24. Können Sie sich vorstellen, dass Ihr Unternehmen Praktikant:innen aufnimmt?
Wie lange denken sie sollte ein effektives Praktikum mindestens/maximal dauern?**
- 25. Wären Sie bereit, das Praktikum zu bezahlen oder sehen Sie es eher als freiwillige Leistung? Warum?**
- 26. In welchen Tätigkeitsbereichen könnte ein/e Praktikant/in bei Ihnen eingesetzt werden?**
- 27. Können Sie sich vorstellen, ihre Einsatzgebiete zu erweitern? Wenn ja, in welche Richtung?**
- 28. Wie sieht für Sie der Holz-(Lehm)bau der Zukunft aus?**

Leitfaden für ein qualitatives Interview mit Expert:innen und Planungsbüros zum Thema:
Die Kombination aus Holz und Lehm in der Bauwirtschaft Österreichs

1. Vielen Dank, dass Sie sich heute die Zeit genommen haben, um mit mir über Holz und Lehm als kombinierte Baustoffe zu sprechen. Wie lange beschäftigen Sie sich schon mit den genannten Baustoffen?

2. Aus welchen Gründen setzen Sie bei Ihren Projekten Lehm- und Holzbaustoffe ein?

3. Welche Rolle spielt der/die BauherrIn bei der Entscheidung, mit Lehm und Holz zu bauen? Inwieweit beeinflussen die Baustoffe den zeitlichen Ablauf und die Baukosten?

4. Welche Lehmprodukte kommen bei Ihren Bauvorhaben zur Anwendung? Welche Möglichkeiten Holz und Lehm zu kombinieren, finden Sie am sinnvollsten?

5. Gibt es genügend Anbieter:innen von Lehmbaustoffen am Markt? Woher beziehen Sie Ihre Lehmbaustoffe?

6. Bei welchem Ihrer Projekte haben Sie das erste Mal Lehm und Holz miteinander vereint? Was waren Ihre Beweggründe für diese Entscheidung?

7. Wie haben Sie sich ihr Wissen über diese hybride Bauweise angeeignet?

8. Mit welchen Firmen arbeiten Sie zusammen? Nutzen sie Holz-Lehmtechniken im Fertigteil?

9. Was sind aus Ihrer Erfahrung heraus die größten Stärken und Vorteile, die der Einsatz von einer Holz-Lehm-Mischbauweise bieten?

10. Worin sehen Sie die größten Hürden und Nachteile dieser Art des Bauens?

11. Was glauben Sie, welche Maßnahmen getroffen werden müssten, um die Holz-Lehm-Mischbauweise in der Bauwirtschaft in Österreich weiter zu etablieren?

12. Wie sehen die Aufbauten aus Holz und Lehm aus, die sie derzeit verwenden? Gibt es Detailzeichnungen davon? Haben Sie davon Werte wie U-Wert, Schallschutz, Brandschutz etc.?

- 13. Welche Rolle spielt die Zertifizierung von Lehmbaumstoffen bzw. die Normierung im Bereich des Lehmbaus für Sie?**
- 14. Verfügen Sie über eigene Mitarbeiter:innen, die sich im Lehmbau auskennen, oder binden Sie Lehmbau-Fachkräfte von außen ein?**
- 15. Denken Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist? Wenn ja, in welchen Bereichen?**
- 16. Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehm-
bau?**
- 17. Denken Sie, dass die Eingliederung eines Moduls Holz-Lehm-Systeme in das ECVET-System sinnvoll wäre? Wenn nein, warum nicht?
Wenn ja, warum? Was hätte es für Vorteile für Ihre Firma?**
- 18. Welche Themen müsste eine solche Ausbildungsschiene beinhalten? Sollte es eine theoretische oder eher praktische Ausbildung sein?**
- 19. Wären Sie selbst interessiert, eine zertifizierte Lehmbauausbildung zu absolvieren? Warum bzw. warum nicht? Wenn ja, welche Inhalte wären für Sie besonders interessant?**
- 20. Wieviel wären Sie bereit, für eine Lehmbauweiterbildung mit Zertifikat auszugeben bzw. wieviel dürfte so eine Weiterbildung Ihrer Meinung nach kosten?**
- 21. Könnten Sie sich vorstellen, Ihre Mitarbeiter:innen auf eine vom Netzwerk Lehm konzipierte und zertifizierte Lehm Weiterbildung zu schicken? Wären Sie bereit, die Kosten zu tragen (ca. € 2.000,-)?**
- 22. Können Sie sich vorstellen, ihre Einsatzgebiete zu erweitern? Wenn ja, in welche Richtung?**
- 23. Wie könnte der Holz-Lehmbau ihrer Meinung nach in der Zukunft aussehen?**

Interviewpartner:innen

1

AICHINGER HARALD

AM 7.06.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN 2700 WIENER NEUSTADT

2

BREIDENBACH SIMON

AM 1.03.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN WIEN

3

EDER MARKUS

AM 23.01.2025 TELEFONISCH GEFÜHRT

4

EGGER MICHAEL

AM 8.11.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN WIEN

5

FODOR MICHAELA

AM 16.05.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN WIEN

6

HÖFLER WILHELM

AM 24.05.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN PINCGAU, STEIERMARK

7

ILG PIUS

AM 9.01.2025 PER E-MAIL GEFÜHRT

stellvertretend für

MEISTERBAU AICHINGER GMBH

1

CLAYTEC LEHMBAUSTOFFE GMBH

2

EDER HOLZBAU GMBH

3

JURI TROY ZT GMBH

4

YOUNG EARTH BUILDERS UND ANDIBREUSS

5

NATURHAUS WECHSELLAND GMBH

6

HARALD ILC - HOLZVERARBEITUNG

7

Interviewpartner:innen

8

KROMOSER BENJAMIN
AM 03.06.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT ALS ZOOM-GESPRÄCH

9

PIRKER ROBERT
AM 29.05.2024 TELEFONISCH GEFÜHRT

10

PRINZ FERDINAND
AM 03.10.2024 TELEFONISCH GEFÜHRT

11

REICHELT HENDRIK
AM 20.01.2025 TELEFONISCH GEFÜHRT

12

SIMLINGER MARTIN
AM 30.09.2024 TELEFONISCH GEFÜHRT

13

WALLNER BERNHARD
AM 26.02.2024 PERSÖNLICH GEFÜHRT IN WIEN

stellvertretend für

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN (BOKU) 8

HOLZCLUSTER STEIERMARK GMBH 9

WW WOHNWAGON GMBH 10

KAUFMANN BAUSYSTEME GMBH 11

HOLZBAU SIMLINGER GMBH 12

BIOSLEHM UND BIOSBAU GMBH 13

Auswahl Interviews

Zur besseren Lesbarkeit wurden die Interviewgespräche journalistisch geglättet. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass nicht alle Gespräche in gendergerechter Sprache festgehalten wurden. Nachfolgend befindet sich eine Auswahl aus 5 der 13 geführten Interviews.

Interview mit: Ferdinand Prinz

Funktion im Unternehmen: Kund:innenbetreuung, Beratung, Werksführung

Firmenname: WW Wohnwagon GmbH

Art des Unternehmens: Holzbaufirma

Standort: 2770 Gutenstein

Firmengröße (Mitarbeiter:innen): 40

Firma seit: 2013

Das Gespräch führte Vanessa Wohlhaupter telefonisch in 1040 Wien am 03.10.2024

VW: Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmbaumstoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?

FP: In unserer Community schätze ich es gut ein, weil es genau unsere Art ist zu bauen. Wir bauen ausnahmslos mit Naturbaumstoffen und sind da ziemlich radikal.

VW: Welche Holzbaumweisen bieten Sie in Ihrem Unternehmen an?

FP: Holzmassivbau. Wir haben rundherum 8 cm massive Holzplatten, diese KLH bzw. CLT Platten, Dreischichtplatten.

VW: Setzen Sie bei vorgefertigten Elementen konsequent auf nachwachsende Rohstoffe? Welche Materialien kommen hauptsächlich bei Ihnen zum Einsatz?

FP: Lärche als Außenschalung, Konstruktionsholz aus Fichte, Schafwolle, Vollholz Fenster oder Holz-Alu Fenster, Winddichtbahnen brauchen wir natürlich, Keine osb Spanplatten, höchstens eine ökologische esb Platte für den Aufbau größerer Module, Strohplatten manchmal als Putzträgerplatten, möglichst natürliche Keramik oder Natursteinfliesen, Massivholz Möbel und Küchen, Spülen aus natürlicher Keramik/ Keramikverbundsteinen oder Mineralverbundsteine, bei der Installationstechnik müssen wir auf Aluminium und Kupferbleche zurückgreifen.

VW: Welches Material nutzen Sie zur Wärmedämmung und weshalb?

FP: Schafwolle, selten gibt es vegane Projekte, dann müssen wir Hanf- oder Holzfaserdämmplatten verwenden.

VW: Seit wann setzen Sie in Ihrer Produktion auch Lehm ein? Wie kam es dazu?

FP: Von Beginn an, weil wir im Feuchtemanagement im Gebäude einen Puffer brauchen und der Lehm die überschüssige Feuchte schnell aufnimmt und dann auch wieder abgibt, dadurch wird's harmonischer und angenehmer im Wohnklima.

VW: Setzen Sie Lehm bereits in der Vorfertigung ein oder vor Ort auf der Baustelle?

Wie lässt sich der Lehm in den Fertigungsprozess der Holzbauteile integrieren?

FP: In der Vorfertigung in der Werkstatt. Wir setzen ihn als Unterputz und eingefärbten Deckputz ein.

VW: Wirkt sich der Einsatz von Lehm auf den Bauzeitplan aus?

FP: Wir haben noch nie anders produziert, also können gar nicht sagen, wie viel Unterschied es macht. Man braucht vielleicht etwas länger mit den Oberflächen. Den Lehm verwenden wir dort, wo wir Gebäuderundungen haben, selten sind es noch mehr Flächen. Nachdem die Rundungen sowieso ein Designelement sind und es nicht rein um die Kosten geht, haben wir es noch nie verglichen, was wir uns ansonsten sparen würden.

VW: Gibt es genügend Anbieter:innen von Lehmbaustoffen am Markt? Woher beziehen Sie Ihre Lehmbaustoffe? Welche Rolle spielen die Kosten der Lehmbaustoffe?

FP: Wir haben gerne Produkte von Yosima und von der Familie Hirschmugl aus Mödling. Wir haben noch nie einen herkömmlichen Putz verwendet, weil wir 100 % auf Naturbaustoffe setzen, daher haben wir auch die Kosten nie hinterfragt.

VW: Bemerken Sie eine verstärkte Nachfrage nach Lehmbaustoffen? Fragen Kund:innen sie gezielt nach dem Einsatz von Lehm oder empfehlen Sie den Baustoff aktiv selbst?

FP: Wir empfehlen den Einsatz von Lehm prinzipiell immer in unseren Konzepten, auch in unserem Baukastensystem in den klassischen Grundrissen unter 50 m², haben wir den Lehmputz immer standardmäßig dabei. Auch weil es bei kleinen Räumen sehr wichtig ist, dass das Klima und die Feuchtigkeit im Wohnraum gut passt und gepuffert wird. Bei größeren Häusern ist es nicht unbedingt notwendig, aber auch dort leisten sich die Kund:innen gerne eine schöne, farbige Lehmwand.

VW: Welche Gebäudetypologien haben sie im Holz-Lehm-Verbund bereits realisiert? Einfamilienhäuser? Wohnbau? Öffentliche Bauten? Sonstige?

FP: Einfamilienhäuser, mehrgeschossige Mehrparteien Häuser, ein fahrbares Kinderkochmobil mit eigener aus- und einklappbarer PV-Anlage gebaut, wir haben einen Fri-

seursalon mit drei Arbeitsplätzen gebaut, Hotels in der Größe eines Einfamilienhauses, mit Küche und Nasszelle, mit pflegeleichteren Oberflächen.

VW: In welchen Bereichen (Boden, Wände, Decke) setzen Sie Lehm ein? Welche positiven Erfahrungen haben Sie dabei bisher machen können und was sind für Sie die größten Hürden gewesen?

FP: Nur an den Wänden, als Lehmputz. Funktioniert gut, es gibt keine großen Hürden.

VW: Welche Erfahrungen haben Sie mit der Bewilligung von Holz-Lehm-Systemen gemacht? Ist die Bewilligung komplizierter als bei reinen Holzbausystemen?

FP: Kein Unterschied beim Einsatz von Lehmputz.

VW: Welche Rolle spielt die Zertifizierung von Lehmbaustoffen bzw. die Normierung im Bereich des Lehmbaus für Sie?

FP: Keine.

VW: Wie sehen die Aufbauten aus Holz und Lehm aus, die sie derzeit verwenden? Gibt es Detailzeichnungen davon? Haben Sie davon Werte wie U-Wert, Schallschutz, Brandschutz etc.?

FP: Auf der Website Wandaufbau und Fotos der Werkstatt.

VW: Verfügen Sie über eigene Mitarbeiter:innen, die sich im Lehmbau auskennen, oder binden Sie Lehmbau-Fachkräfte von außen ein?

FP: Das machen wir intern. Wir haben einen eigenen Trupp, die Expert:innen für Trockenbau sind und den Umgang mit Naturbaustoffen gelernt haben.

VW: Denken Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist? Wenn ja, in welchen Bereichen?

FP: Für die Art, wie wir Lehmbau betreiben, eher weniger, da es gut umsetzbar ist, was man anhand vom Produktdatenblatt her weiß. Wenn ich jetzt zum Beispiel Strohballenbau ausführe, dann brauch ich mit Sicherheit eine Schulung, wie ich massiven Lehmbau umsetze.

VW: Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehmbau?

FP: Nein

VW: Denken Sie, dass die Eingliederung eines Moduls Holz-Lehm-Systeme in das ECVET-System sinnvoll wäre?

FP: Wenn ich Strohlehm oder Lehm-Holzbau betreibe, wäre ich stark daran interessiert

einerseits die Normen zu kennen, die statischen Berechnungen zu lernen und über das internationale Reglement, wie der strawbale community und solche Standards kennen zu lernen. Das war ein Novum, wie ich das damals kennengelernt habe und es hat wenig dazu gegeben, das international anerkannt wurde. Wenn ich etwas einem PrivatKund:innen als Baufirma anbiete, möchte ich natürlich ganz genau wissen was und wie genau ich bauen darf. Statik, Brandschutzklassen, muss ich Diagonalstreben setzen oder nicht.

VW: Welche Themen müsste eine solche Ausbildungsschiene beinhalten? Sollte es eine theoretische oder eher praktische Ausbildung sein?

FP: Baustatik muss in die Universitäten, sowie die verschiedenen Bausysteme und Eigengewichte der Baustoffe. In der Praxis zusätzlich natürlich auch.

VW: Wären Sie selbst interessiert, eine zertifizierte Lehmbauausbildung zu absolvieren? Warum bzw. warum nicht? Wenn ja, welche Inhalte wären für Sie besonders interessant?

FP: Hobbymäßig ja. Es interessiert mich auch sehr, wie man in Eigenleistung ein Strohhalmhaus bauen würde. Wenn ich ein Haus in cradle to cradle bauen kann, dann bin ich bei dieser Bauweise ganz vorn mit dabei. Stroh ist ein Abfallprodukt, Lehm ist überall vorhanden, beides braucht sehr wenig Energie, um es als Baustoff zu verwenden. Bei Beton, Kalk und Metall bräuchte man viel mehr Energie. Ich finde das Bauen mit Holz, Lehm und Stroh sehr zukunftsorientiert.

VW: Könnten Sie sich vorstellen, Ihre Mitarbeiter:innen auf eine vom Netzwerk Lehm konzipierte und zertifizierte Lehm Weiterbildung zu schicken? Wären Sie bereit, die Kosten zu tragen (ca. € 2.000,-)?

FP: Ja, ich finde 2.000 € nicht schlecht. Ich bin zertifizierter Erstberater für Bauwerksbegrünungen, das war auch ca. in diesem Bereich, das finde ich nicht übertrieben.

VW: Können Sie sich vorstellen, dass Ihr Unternehmen Praktikant:innen aufnimmt? Wie lange denken sie sollte ein effektives Praktikum mindestens/maximal dauern?

FP: Wir hatten sehr lange, sehr viele Praktikant:innen bei uns im Betrieb, immer für drei Monate. Davon haben wir uns verabschieden müssen, weil unsere Montage darüber geklagt hat, dass sie dauernd mit einschulen beschäftigt sind, nie aber die Früchte davon ernten können. Wir haben das System jetzt geändert, indem wir immer einen Lehrling in der Zimmerei und einen in der Tischlerei aufnehmen. Dann sind es für drei Jahre die gleichen Personen, die immer eingebunden sind.

VW: Wären Sie bereit, das Praktikum zu bezahlen oder sehen Sie es eher als freiwillige Leistung? Warum?

FP: Es war immer ein bezahltes Praktikum.

VW: In welchen Tätigkeitsbereichen könnte ein/e Praktikant/in bei Ihnen eingesetzt werden?

FP: Je nach eigenem Talent, das sie bereits mitbringen. Meist waren es Schüler der HTL, welche die bereits eine Ausbildung haben oder noch studiert haben. Oft aus Familienbetrieben, wie der Zimmerei. Sie wurden ganz unterschiedlich eingesetzt, je nach eigenen Talenten.

VW: Können Sie sich vorstellen, ihre Einsatzgebiete zu erweitern? Wenn ja, in welche Richtung?

FP: Wir würden gerne mehr Großprojekte und dreigeschossige Projekte machen. Ich sehe jetzt öfter an Dorfrändern Genossenschaftsbauten und soziale Wohnprojekte, die dreigeschossig rein aus Beton gebaut werden. Das könnte man doch bitte auch aus Holz und Naturbaustoffen bauen, wodurch sich die Leute doch gleich viel mehr wohlfühlen würden, und es gäbe sicher weniger Vandalismus und Ähnliches dort. Das würde mir sehr gefallen. Darüber ist es auch sehr interessant, so zu bauen, aber da hab ich aus Projekten beobachtet, dass ich weniger kompromisslos arbeiten kann, was Naturbaustoffe betrifft, da brauch ich viel mehr Fermacell oder Rehgipsplatten, Brandschutzplatten und Elemente generell, weil die Brandschutzklassen andere sind, Brandüberschlag oder die ganzen Fallschächte sind technisch ganz was anderes, wie wenn ich für die Gebäudeklasse 3 baue.

VW: Wie sieht für Sie der Holz-(Lehm)bau der Zukunft aus?

FP: Ich denke mir, dass wir in Zukunft mehr mit Art Holzriegeln bauen werden. So wie ich jetzt Holzfaserverplatten verwenden kann, werde ich statt einem Ziegel massive Holzflächen, Holzfaserverplatten, etwas lasttragendes und Lehmputze verwenden, die ich vor Ort auf der Baustelle fertig ausmauern kann. Außerdem stell ich mir vor, dass wir vermehrt Holz Fertighäuser einsetzen werden, ebenso mit Lehm als Putz. Was ich auch noch cool finde, ist das Konzept einer Vorarlberger Firma, die den Aushub gleich vor Ort verwenden, den Lehm in Ziegel pressen oder 3D drucken und direkt Gebäude formen. Ich glaube der Fachwerkbau könnte auch wieder ein Thema werden.

Interview mit: Hendrik Reichelt

Funktion im Unternehmen: Leiter Forschung und Entwicklung

Berufsausbildung: Holzbauingenieur, Master of Engineering in Rosenheim, Bayern

Firmenname: Kaufmann Bausysteme GmbH

Art des Unternehmens: Holzbau Planungsunternehmen

Standort: Hauptfirmensitz Reuthe Vorarlberg

Firmengröße (Mitarbeiter:innen): ca. 70

Firma seit: 1952 Gründung des Zimmerei Betriebs, seit 2003 Kaufmann Bausysteme GmbH als eigenständiges Unternehmen

Das Gespräch führte Vanessa Wohlhaupter am 20.01.2025 telefonisch

VW: Welche Holzbauweisen bieten Sie in Ihrem Unternehmen an?

HR: Modulbauweise als Massivholzbau, selten Holzrahmenbau. Firma als Generalunternehmen mit drei Hallen, in denen die Module von Subunternehmen gefertigt werden und anschließend auf der Baustelle in kürzester Zeit von Subunternehmen aufgebaut werden.

VW: Setzen Sie bei vorgefertigten Elementen konsequent auf nachwachsende Rohstoffe? Welche Materialien kommen hauptsächlich bei Ihnen zum Einsatz?

HR: Wir bauen hauptsächlich Gebäudeklasse 4 und 5 und sehr viel auch im deutschen Markt unterwegs sind, ist die Verwendung von Nawaro Werkstoffen gar nicht zulässig wegen dem Brandschutz. Dadurch müssen wir leider auch häufig Gipskartonplatten oder Gipsfaserplatten für die Brandschutzbekleidung einsetzen, wobei wir versuchen, wenn möglich die Massivholzwände und Decken in Holz Sichtqualität auszuführen.

VW: Welches Material nutzen Sie zur Wärmedämmung und weshalb?

HR: Glasfaser und Steinwolle, weil wir auch aus Brandschutz Gründen keine nachwachsenden Rohstoffe einsetzen dürfen.

VW: Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmbaumstoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?

HR: Grundsätzlich hat es ein sehr großes Potenzial und ist zukunftsweisend. Die Entwicklung geht deutlich in die richtige Richtung und hier in Vorarlberg werde ich auch öfter auf das Thema aufmerksam. Wir als Firma haben noch keine Erfahrung damit gemacht.

VW: Haben Sie bereits Lehmbaumstoffe bei Ihren Projekten eingesetzt?

HR: Nein

VW: Worin sehen Sie die Vorteile von herkömmlichen Baustoffen im Vergleich zu nachwachsenden Baustoffen?

HR: Es sind derzeit erprobte Baustoffe, die zugelassen und in der Verwendung sind, dadurch kann man möglichst einfach bauen. Wenn man jedoch Baustoffe verwendet, die noch in der Entwicklungsphase sind, ist es immer aufwendiger. Wir als Firma sind der Entwicklung aber nicht abgeneigt und wollen auch verschiedene Themen voranbringen.

VW: Können Sie sich vorstellen, künftig Lehmabaustoffe in ihren Bauprojekten einzusetzen? Wenn nicht, aus welchen Gründen?

HR: Könnte ich mir sehr gut vorstellen, wenn zum Beispiel die Lehmabauplatte einen Nachweis als wirksame Brandschutzverkleidung hat und man dadurch eine Gipsfaserplatte ersetzen kann, dann wäre das sicher hervorragend. Das Produkt muss dann aber auch in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

VW: Was halten Sie von einem Holz-Lehm-Verbundsystem? Gibt es für Sie Kombinationen von Holz mit anderen Materialien, die für Sie sinnvoller sind?

HR: Die beste Lösung ist für uns das Brettsperholz in Sichtqualität zu verwenden, das ist fertig abgebunden und die Oberfläche müsste gar nicht behandelt werden, höchstens lasieren, damit es nicht zu schnell vergilbt oder die Verfärbungen nicht so schnell auftreten. Wenn man aber die Holztafel- oder Holzständerbauweise einsetzt, weiß ich nicht wie gut Lehmabauplatten eine aussteifende Wirkung erzielen können, oder nicht, damit habe ich keine Erfahrung.

VW: Weshalb setzt Ihr Unternehmen auf andere Materialien? Sind die nicht vorhandenen Lehmabau Normen ein Grund, dass Sie bisher nicht mit Lehm gearbeitet haben? Spielen die Kosten der Lehmabau Stoffe eine Rolle?

HR: Wir als ausführende Firma entscheiden die Materialwahl in erster Linie nicht selbst, das machen die Architekt:innen und der Bauherr. Wir setzen um, was geplant wird. Wir wurden bisher nicht gefragt, ob wir auch Lehmabau Stoffe einsetzen können. Das müsste von den Architekt:innen initiiert werden, um dann zu prüfen, ob es überhaupt möglich ist, beispielsweise Lehmabau Platten einzusetzen. Die technische und finanzielle Abklärung als Kostenschätzung müsste dann erstmal noch gemacht werden.

VW: Was denken Sie sind die größten Schwächen und Nachteile des Baustoffs Lehm? Worin sehen Sie die größten Hürden im Einsatz von Lehm im Holzbau?

HR: Dafür kenne ich die Eigenschaften des Lehms oder der Lehmabau Platten zu wenig. Ich weiß nicht, ob man Lehmabau Platten auch als aussteifenden Baustoff einsetzen kann.

VW: Was bräuchte es, damit Ihr Unternehmen in Zukunft Lehmbaumstoffe einsetzt?

HR: Die Planer:innenische Vorgabe, die ausreichende Verfügbarkeit, außerdem müssen die Spezifikationen und Anforderungen an ein Gebäude erfüllt sein.

VW: Denken Sie, dass eine Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist?

Wenn ja, in welchen Bereichen?

HR: Ja, um den Baustoff mehr voranzubringen. Ich denke das fängt schon universitär in der Ausbildung an. Ich denke da wird aktuell schon viel gemacht, aber wie schafft man es Architekt:innen und Ingenieur:innen dahingehend zu schulen, dass sie später mit dem Baustoff umgehen können. Vielleicht auch in Form von Weiterbildungen. Es muss sich außerdem eine Lehm-Lobby entwickeln, die ein Cluster bilden und wo die Unternehmen gemeinsam den Markt bearbeiten.

VW: Wie sieht für Sie der Holz-(Lehm)bau der Zukunft aus?

HR: Schnell umsetzbar, vorfertigbar, geregelt und ausreichend verfügbar. Wie viele Löcher müssen gegraben werden, dass man genügend Lehm hat? Teilweise wird davon gesprochen, dass man den Lehm auch regional direkt verwendet, das ist bezüglich der Globalisierung ein wichtiges Thema. Wir als österreichisches Unternehmen bauen hauptsächlich in Deutschland und da ist die Frage, ob das so gut zusammenpasst, oder ob sich da auch etwas ändern muss. Ob Lehm in Mehrfamilienhäusern tatsächlich zum Einsatz kommt, weiß ich noch nicht. Man müsste dort, wo der Lehm natürlich verfügbar ist mit Lehm bauen, in holzreichen Gebieten mit Holz bauen. Den Lehm irgendwo abzubauen und in der Gegend rumzufahren, verfehlt den Sinn und die Philosophie des Lehmbaus. Wenn der Trend in Zukunft mehr zu Mehrfamilienhäusern als Einfamilienhäusern geht, frage ich mich in welcher Art und Weise man dann Gebäude oder nur Bauteile aus Lehm zur Verfügung stellt, davon wie so etwas einmal aussehen könnte, habe ich noch kein klares Bild.

Interview mit: Markus Eder

Funktion im Unternehmen: Geschäftsführer und Gesellschafter

Berufsausbildung: Zimmereifachschule mit Gesellenprüfung, Holzbaumeister 2006

Firmenname: Holzbau Eder

Art des Unternehmens: Zimmerei und Holzbaufirma, Wandelemente und Decken werden im Privathausbau bereits in der Vorfertigung erstellt

Standort: 5301 Eugendorf bei Salzburg

Firmengröße (Mitarbeiter:innen): 24

Firma seit: 1979

Das Gespräch führte Vanessa Wohlhaupter telefonisch am 23.01.2025

VW: Welche Holzbauweisen bieten Sie in Ihrem Unternehmen an?

ME: Holzständerbau in der Vorfertigung, Massivbau in Form von Brettsper Holzplatten und vorgefertigte Vollholzwandelemente ohne Leim.

VW: Setzen Sie bei vorgefertigten Elementen konsequent auf nachwachsende Rohstoffe? Welche Materialien kommen hauptsächlich bei Ihnen zum Einsatz?

ME: Wir legen einen großen Wert darauf, dass wir die Ökologie in jedem Bereich einfließen lassen und verwenden ausschließlich natürliche Baustoffe. Wir verwenden auch Plattenwerkstoffe wie OSB und diffusionsoffene Wandaußenplatten, da weiß ich jetzt nicht, ob die auch als nachwachsende Rohstoffe zählen. Wir arbeiten ausschließlich mit wachsenden Querschnitten und da sind wir sehr regional unterwegs.

VW: Welches Material nutzen Sie zur Wärmedämmung und weshalb?

ME: Hauptsächlich Zellulose, oder Holzweichfaser Einblasdämmung und Naporo-Dämmung aus Hanf haben wir auch schon parr Mal eingesetzt.

VW: Haben Sie bereits Lehmbaustoffe bei Ihren Projekten eingesetzt?

ME: Ja, hauptsächlich Innen als Putz und Lehmbauplatten, sprich vorgefertigte, vorverputzte Innenwandplatten.

VW: Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmbaustoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?

ME: Aus meiner Sicht oder aus der Sicht der Verkaufbarkeit, jeder interessiert sich für den Lehm- und wir propoagieren es auch, leisten tun es sich aber leider nur ca. 10 %. Es ist eine finanzielle Sache, das wär der letzte Schritt für ein rein ökologisches Projekt, aber da wird dann oft auf konventionelle Baustoffe zurückgegriffen.

VW: Was denken Sie sind Nachteile des Baustoffs Lehm?

ME: Ich weiß nur aus einer Erfahrung, in der der Putzer bei einem Projekt 4 cm Lehmputz auf Stroh als Putzträger aufgebracht hat. Ich habe vor zwei Monaten mit der Kundschaft gesprochen, die sind 10 Jahre später nur knapp glücklich damit. Der Putz bröselt und bricht ab, Ökologie hin oder her, aber das ist danebengegangen. Ich habe positivere Erfahrungen mit deiner Dünnschicht aus Lehm gemacht. Leistbarkeit und Haltbarkeit müssen besser sein.

VW: Welche Vorteile sehen Sie im Einsatz von Lehm?

ME: An sich ist der Lehm super und sollte unbedingt mehr genutzt werden. Es ist es auf jeden Fall wert, dass man diesen Naturbaustoff mehr einbaut.

VW: Welche Unterstützung bräuchte Ihr Unternehmen, um Lehmstoffe mehr zu integrieren?

ME: Ich glaube, dass es viel mit Erfahrung zu tun hat und es fehlen noch viele Pilotprojekte.

VW: Denken Sie, dass eine Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist? Wenn ja, in welchen Bereichen?

MaE: Lehm ist auf jeden Fall anders zu verarbeiten und hat eine andere Verarbeitung, aber ich glaube eher nicht, dass es ein eigener Beruf ist. Es wird zur Fortbildung auch fast nichts angeboten, außer es interessiert einen und man bildet sich selbst weiter, darum fände ich es schon gut, wenn das Angebot erweitert wird, oder es auf Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Wir haben in der Vergangenheit einen Lehmverputzer von außen dazugeholt, aber den gibt's mittlerweile auch schon nicht mehr. Der hat sich sehr vielversprechend angehört, aber war nie mehr gesehen.

VW: Wie sieht für Sie der Holz-Lehmbau der Zukunft aus?

ME: Meines Erachtens ist Lehm sehr gut, lebenswert und einsetzbar, aber nur im Innenbereich. Als Außenputz sehe ich kein Land für den Baustoff. Ich lass mich gerne eines Besseren belehren, aber jetzt in der Form nicht. Die feuchtigkeitsausgleichende Wirkung des Lehms, die er mit sich bringt, ist wirklich einzigartig und verbessert natürlich das Wohnraumklima. Ich sehe den Lehm eher als Wohnraumklima Verbesserer.

Interview mit: Michaela Fodor

Funktion: Vereinsvorsitzende der Young Earth Builders seit Juli 2022, Diplomarbeit über Lehmbautechniken im Fertigteil, Architektin bei ANDIBREUSS seit Dezember 2023

Berufsausbildung: Masterabschluss Architektur an der Technischen Universität Wien

Das Gespräch führte Vanessa Wohlhaupter persönlich in 1040 Wien am 16.05.2024

VW: Vielen Dank, dass Sie sich heute die Zeit genommen haben, um mit mir über Holz und Lehm als kombinierte Baustoffe zu sprechen. Wie lange beschäftigen Sie sich schon mit den genannten Baustoffen?

MF: Das Thema Holzbau und Ökologie interessiert mich schon lange, in kombinierter Bauweise erst so richtig seit meiner Diplomarbeit, also seit vier Jahren. In der HTL habe ich zur Matura in meiner Diplomarbeit auch schon über Holzbau geschrieben, aber im Bachelorstudium der Architektur auf der TU Wien war ich dann schon enttäuscht, dass es sehr wenig bis gar nichts zu den Themen gibt.

VW: Wie schätzen Sie das Potenzial für Lehmabaustoffe in der Zukunft und in Verbindung mit Holz ein?

MF: Ich denke, dass Lehm vor allem viel Potenzial im Sanierungsbau hat. Vor allem wenn man an Gründerzeit Altbauten denkt und Lehmputz, statt Zementputz verwendet. Da ist wenig Unterschied, zwischen dem Auftragen der Putze, es gibt wenig zu beachten und ich könnte mir das sehr gut als ersten Schritt vorstellen, um den Lehmputz in der Baubranche mehr in die Masse zu bringen. Beim Holzbau ist es schwieriger, da es Neubauten sind und es deshalb auch immer Bauträger gibt, die man überzeugen muss. Wenn der Bauherr bzw. Bauträger nicht hinter dem Einsatz von Lehm in Kombination mit Holz steht, dann wird es schwierig. Holz ist mittlerweile gut angekommen, aber bei Lehm spielen noch viele andere Dinge mit, wie Brandschutz, Schallschutz und andere Werte, die noch nicht zertifiziert sind. Ich glaub es wird noch seine Zeit brauchen, bis die kombinierte Bauweise weiterverbreitet ist.

VW: Wie haben Sie sich ihr Wissen über diese hybride Bauweise angeeignet?

MF: Viel durch Eigenleistung, vor allem im Zuge meiner Diplomarbeit über Holz-Lehm Fertigteile, viele Interviews geführt und im letzten Architekturbüro über Detailzeichnungen im Holzbau. Bei Andi Breuss hat sich mein Wissen auch nochmal vertieft, sobald der Entwurf abgesegnet ist, geht es sofort in die Ausführungsplanung, wo von Anfang an sehr genau überlegt wird, wie die jeweiligen Elemente, Anschlüsse und Zusammenschlüsse funktionieren, wie die Leitungen verlaufen etc.

VW: Bei welchem Projekt haben Sie das erste Mal Lehm und Holz miteinander vereint? Was waren die Beweggründe für diese Entscheidung?

MF: Bei Andi Breuss, da gibt es wenig persönliche Beweggründe, weil das seine einzige Arbeitsweise ist. In meinem alten Büro, bei MAGK Architekt:innen, haben wir auch oft versucht das Thema Lehm in den Entwurf einzubringen, aber da war immer das Problem mit den Bauträgern, die man schwer davon überzeugen konnte.

VW: Welche Lehmprodukte kommen bei Ihren Projekten/Bauvorhaben zur Anwendung? Welche Möglichkeiten Holz und Lehm zu kombinieren, finden Sie am sinnvollsten?

MF: Wir verwenden herkömmlichen Lehmputz, sehr wenig Lehmbauplatten, weil sie vom Gewicht her einfach schwer sind, bei Andi's System wird eine Lehmschicht von 8-12cm verwendet und als Lehm-Heiz-Estrich. Bei ein, zwei kleinen Projekten gab es auch Stampflehmböden, aber die sind von der Verarbeitung her sehr aufwendig und teuer, deshalb wird es eher nicht gemacht. Stampflehmwände sind auch eher seltener. Wir machen viele Sanierungsprojekte, wie alte Streckhöfe, wo viel mit Lehmputz und Lehm-Heiz-Estrich gearbeitet wird. (Forschungsbericht, Diplomarbeit michi detail von andi rausziehen!fußzeile oder link/schnitte nehmen)

VW: Nutzen sie Holz-Lehmtechniken im Fertigteile oder erst vor Ort auf der Baustelle? Wie lässt sich der Lehm in den Fertigungsprozess der Holzbauteile integrieren?

MF: Bei Andi's System ist es eine Fertigteilebauweise. Es ist eine Holz-Riegel-Konstruktion, die meistens mit einer Holzfaserdämmung gedämmt wird und Innen, sowie Außen wird eine Lehmschicht aufgebracht. Die äußere Lehmschicht ist ca. 8 cm dick, eine kompaktere Lehmmasse mit weniger Zusatzstoffen und innenseitig hat man eine 12 cm Leichtlehmschicht. Das System wird liegend produziert und die Lehmschicht wird eingestampft. In dieser 12 cm Lehmschicht ist dann auch die Wandheizung, wenn gewünscht, Installationen, Steckdosen, Wasseranschlüsse. Der Lehmputz wird dann als letzte Schicht nicht im Fertigteile angebracht. Der Außenputz von 3 cm wird mit Kuhdung angemischt, weil der Kuhdung wie ein Stabilisator wirkt und das Ganze noch mehr festigt. Mit einem zusätzlichen Armierungsgewebe hält die Fassade wahrscheinlich wie eine herkömmliche Außenputzfassade, aber da stehen wir noch am Anfang und haben keine Langzeitstudien. Alternativ planen wir auch klassische, hinterlüftete Holzfassaden. In den Sanierungsprojekten passiert nichts in der Vorfertigung, sondern vor Ort in den Innenräumen, dass beispielsweise Wände rausgerissen werden und dünne Holz-Riegel-Konstruktionswände eingezogen werden, auf die dann der Lehmputz aufgetragen wird. Bei den Außenwänden kommt in der Sanierung immer Kalkputz drauf.

VW: Welche Rolle spielt der/die BauherrIn bei der Entscheidung, mit Lehm und Holz zu bauen? Inwieweit beeinflussen diese Baustoffe den zeitlichen Ablauf und die Baukosten?

MF: Die Baukosten sind immer wieder ein Thema. Wenn man nur im Einfamilienhaussektor denkt, dann ist der reine Holzbau fast vergleichbar mit der Ziegelbauweise, aber dadurch dass bei den Lehmbauweisen Handwerker:innen fehlen, gibt es wenige Ausführende und es muss viel in Eigenleistung gemacht werden. Die Baukosten sind oft das Totschlagargument, dass es deshalb nicht mit Lehm ausgeführt wird. Wir mussten allein für den Holzbau sehr viel Überzeugungsarbeit leisten und für den Lehm erst recht. Stampflehmböden hätten gerne einige, sie sind jedoch schwer herzustellen, wodurch der m² entsprechend hoch ist und viele sich deswegen dagegen entscheiden müssen. Das ist auch Projektgrößen abhängig, im mehrgeschossigen Wohnbau müssen ganz andere Richtlinien und Zertifizierungen eingehalten werden.

VW: Gibt es genügend Anbieter:innen von Lehmbaustoffen am Markt und woher beziehen Sie Ihre Lehmbaustoffe? Mit welchen Firmen arbeiten Sie zusammen?

MF: Für die derzeitige Nachfrage am Markt, gibt es definitiv genügend Anbieter:innen. Wir fragen oft die klassischen Firmen wie LEHM Plus und Hirschmugl. Außerdem gibt es auch noch Conluto in Deutschland, Levita Lehm oder sehr verbreitet die Firma Claytec. In machen Projekten führt der Baumeister die Arbeiten vom Lehmputz aus und besorgt sich dann auch selbst den Lehm, da wissen wir dann nicht, woher das Material kommt. Andi Breuss hat eine eigene Lehmgrube, aus der er das Material beziehen kann.

VW: Was sind aus Ihrer Erfahrung heraus die größten Stärken und Vorteile, die der Einsatz von einer Holz-Lehm-Mischbauweise bieten?

MF: Wenn man den Aufbau wirklich ökologisch durchzieht, dann natürlich die Ökologie. Bei vielen unserer Projekte sehe ich auch den Vorteil darin, in Eigenleistung viel realisieren zu können, da die Verarbeitung recht leicht ist. Fehler können leichter im Nachhinein wieder ausgebessert werden, Zementputz ist ausgehärtet und kann nachträglich nicht mehr bearbeitet werden. Damit kann man auch die Kosten für Handwerker:innen beim Auftragen von Lehmputz umgehen. Ein weiterer großer Vorteil ist die Raumqualität von Holz und Lehm in Kombination. Lehm wirkt durch seine Feuchtigkeitsaufnahme auch der Schimmelbildung vor, wenn nicht ausreichend gelüftet wird.

VW: Worin sehen Sie die größten Hürden und Nachteile dieser Art des Bauens?

MF: Bei Holz und Lehm Oberflächen muss man die NutzerInnen darauf hinweisen, wie sie damit umzugehen haben. Man kann nicht willkürlich Löcher in die Wand bohren und es wieder einfach zuspachteln. Beim Lehm kommt es auf die Verarbeitung an, da

könnte man die Bohrlöcher wieder einfach füllen, im Holz jedoch hast du für immer das Loch. Lehm ist auch nicht immer so in sich festgebunden, dass wirklich das Loch allein bleibt, oft brechen mehr Stücke raus. Wenn der Lehmputz nicht naturbelassen, sondern mit einer Farbe gestrichen wurde, muss man nach dem Bohren die braunen Spuren des Lehms auch wieder drüber streichen. Eine weiße Spachtelmasse kann dann nicht schnell mal hergenommen werden. Man kann Möbel auch nur mit Abstand zur Wand aufstellen, damit das Material noch atmen und Feuchtigkeit an und abgeben kann, sonst staut sich dort die Feuchtigkeit. Ich könnte mir vorstellen, dass das auch für BauträgerInnen ein Knackpunkt ist, da du die NutzerInnen erstmal einschulen müsstest, wie sie mit ihrer Wohnung umzugehen haben.

VW: Was glauben Sie, welche Maßnahmen getroffen werden müssten, um die Holz-Lehm-Mischbauweise in der Bauwirtschaft in Österreich weiter zu etablieren?

MF: Was sehr hilfreich wäre, wenn es bei Dataholz zusätzlich Erweiterungen für Anwendungen in Kombination mit Lehm geben würde. Man kann dort Brandschutzklassifikationen auswählen und dort wird immer die Gipskartonplatte draufgegeben, weil das der Brandschutz ist. Aber die Frage ist, ob man stattdessen nicht zBsp. 4cm Lehmputz draufgeben könnte. Alternative Aufbauten fehlen hier noch. Ich glaube es bräuchte keine neue Plattform, aber eine Erweiterung für nachhaltigere und ökologischere Lösungen. Lehmputz muss eine zertifizierte Bauweise sein und wenn es auf solchen Plattformen vor allem für große Bauträger zu sehen ist und sie sich die Aufbauten raussuchen können, dann würde das irrsinnig diese Szene auflockern. Es fehlt noch das Allgemeinwissen, wie wir erfolgreich damit bauen können, aktuell lassen kleine Unternehmen, jeder für sich etwas zertifizieren und patentieren und hamstert dieses Wissen für sich. Diese Marktlücke müsste noch geschlossen werden, damit die Erkenntnisse als öffentliches Gut zur Verfügung gestellt werden. Das gemeinsame Ziel ist doch, dass wir alle nachhaltiger, besser und ökologischer bauen. Andererseits verstehe ich, dass viel Zeit und Geld investiert wird. An staatlichen Forschungs- und Förderungsgeldern sollte die Bedingung geknüpft werden, dass es am Ende des Tages öffentliches Gut ist und im Gegenzug alles staatlich finanziert wird, ohne selbst aus eigener Tasche investieren zu müssen. Es sollte mehr Förderungen für ökologisches Bauen geben und nicht sowas wie für kleine Häuslbauer.

VW: Wie sehen die Aufbauten aus Holz und Lehm aus, die sie derzeit verwenden? Gibt es Detailzeichnungen davon? Haben Sie davon Werte wie U-Wert, Schallschutz, Brandschutz etc.?

MF: Bei Andi's System gibt es noch kein patentiertes System für Brandschutz, das ist einer der nächsten Tests, die er machen muss. U-Wert liegt bei 0,15 – 0,17, fast Passivhausstandard, kommt auch immer darauf wie dick die Holz-Riegel-Konstruktion ist, also je dicker die Dämmebene, desto besser ist natürlich auch der U-Wert. Wir passen die

Dämmebene immer auf die statischen Gegebenheiten an und verwenden nicht mehr Dämmstoff als statisch notwendig.

VW: Welche Rolle spielt die Zertifizierung von Lehmbaustoffen bzw. die Normierung im Bereich des Lehmbaus für Sie?

MF: Bei kleinen Einfamilienhäusern ist es weniger ein Thema, in der breiten Masse braucht es unbedingt Zertifizierungen. Außerdem braucht es eine Handwerker:innenausbildung, die es momentan nur in Deutschland gibt, aber da ist netzwerklehm auch zurzeit dran, dass diese Ausbildung auch in Österreich geschaffen wird. Die Ausbildungsschiene sehe ich als sehr wichtig. In den Sanierungsprojekten brauchst du keine extra Zertifizierungen und kannst bei ClayTec zertifizierten Lehm bestellen und einfach auftragen. Im Neubau braucht es noch eine Open Source, auf die man für zertifizierte Aufbauten zurückgreifen kann und dass nicht jedes Unternehmen, immer alles neu erfinden muss, sonst kommen wir nie irgendwo hin.

VW: Bietet ihr Büro eigene Mitarbeiter:innen an, die sich im Lehmbau auskennen, oder binden Sie Lehmbau-Fachkräfte zur Realisierung der Bauvorhaben von außen ein?

MF: Die lehmfachkundigen Personen bei uns im Büro sind Andi, der Gines und ich, aber wir haben keine eigenen Handwerker:innen. Andi hat einige Firmen, mit denen wir regelmäßig zusammen arbeiten, aber wir haben keine extra ausgebildeten Personen. Andi arbeitet mit drei, vier Holzbaufirmen zusammen, die sein System bereits kennen und drei vier Bautischler, für die Innenwände. Die Baumeister kommen meist von den Bauherr:innen und die Handwerker:innen sind meist regional und wollen nicht 1-2 h zur Baustelle pendeln.

VW: Denken Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus erforderlich ist? Wenn ja, in welchen Bereichen?

MF: In erster Linie bei den Handwerker:innen, aber ich glaube auch, dass wir an der Uni noch sehr viel machen können. Mein Wunsch ist es, dass in Tragwerkslehre diverse Baumaterialien aufgelistet werden und es nicht nur bis Holz, als ökologischstes Material, sondern auch Lehm in den unterschiedlichsten Bauweisen aufgeführt werden. Dann müssten sich die Personen im Lehrstuhl auch dementsprechend mit dem Material auskennen. Druck- und Zugfestigkeit sind geprüfte Werte, die es bereits gibt und sie müssten nur in die Tabelle eingesetzt werden.

VW: Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehm- bau?

MF: Nein.

VW: Denken Sie, dass die Eingliederung eines Moduls mit Holz-Lehm-Systemen in das ECVET-System sinnvoll wäre?

Wenn nein, warum nicht? Wenn ja, warum? Was hätte es für Vorteile?

MF: Ich denke schon, dass es sinnvoll ist. Solche Zertifikate geben den Leuten auch das Recht sich damit selbstständig zu machen und ich denke auch, dass es damit in eine gute Richtung geht, solange es nicht zu teuer wird. Wenn eine Ausbildung mich 5.000 € kostet, ist das dann schon für Handwerker:innen, die vielleicht auch zwei Kinder haben, zu viel. Das müssen schon realistische Preise sein, die man zahlen würde, sonst wird es sehr schnell unattraktiv.

VW: Welche Themen müsste eine solche Ausbildungsschiene beinhalten? Sollte es eine theoretische oder eher praktische Ausbildung sein?

MF: Beides, aber es kommt darauf an, wenn ich nicht daran interessiert bin auf der Baustelle zu arbeiten, dann interessiert mich mehr die Theorie, wie ich damit in der Planung umzugehen habe, als Handwerker:innenIn sollte es praxisbezogener sein. Je nach dem in welche Richtung man sich ausbilden will, sollte ein 1/3 zu 2/3 Verhältnis zur Theorie bzw. Praxis sein. In der Praxis benötigt man auch fundiertes Wissen, darüber was sich in der Wissenschaft im Hintergrund abspielt und um zu verstehen, welche guten Gründe es gibt, Lehm einzusetzen. Dadurch lernt man auch Totschlagargumente, wenn man im daily business mit Leuten diskutieren muss, warum sie Lehm einbauen sollten und dass der Zementputz nicht die bessere Wahl ist.

VW: Wären Sie selbst interessiert, eine zertifizierte Lehmbauausbildung zu absolvieren? Warum bzw. warum nicht? Wenn ja, welche Inhalte wären für Sie besonders interessant?

MF: Nachdem ich mir über die letzten Jahre schon einiges an theoretischem Wissen angeeignet habe, würde es mich irrsinnig freuen, mehr praktisches Wissen zu erlernen. Ich würde sofort eine Ausbildung in diese Richtung machen, wenn es beim bfi oder ams so eine Ausbildungsschiene gebe, würde ich mich sofort dafür bewerben. Wenn ich im Büro sitze, denke ich mir oft woher soll ich wissen, wie genau es funktioniert, ohne eine richtige Baustellenerfahrung zu haben. Ich glaube das ist auch grundsätzlich ein Thema bei uns an der TU, dass wir nach dem Studium keinerlei Praxiserfahrung haben, die dringend im Büroalltag nötig wäre. Hier würde ich mir mehr als Exkursionen wünschen, vielleicht ein Semester Praktikum im Architekturbüro und ein Semester auf der Baustelle und dafür nur 90 ECTS auf der Uni, die restlichen 30 ECTS durch die Praxis- und Theorieerfahrung außerhalb.

VW: Wieviel wären Sie bereit, für eine Lehmbauweiterbildung mit Zertifikat auszugeben bzw. wieviel dürfte so eine Weiterbildung Ihrer Meinung nach kosten?

MF: Wenn es in Module aufgeteilt wird, finde ich dürfte ein Modul nicht mehr als 1.000 € kosten. Ich fände es realistischer es sich so selbst einteilen zu können, je nachdem, wie es das Budget hergibt und man nicht gezwungenermaßen alle Module belegen muss und es sich fast keiner leisten kann.

VW: Können Sie sich vorstellen, ihre Einsatzgebiete zu erweitern? Wenn ja, in welche Richtung?

MF: Ich würde gerne mehr als nur Einfamilienhäuser planen und den Skalierungsfaktor anwenden, ob Andis Systeme auch im mehrgeschossigen Wohnbau funktionieren.

VW: Wie könnte der Holz-Lehmbau ihrer Meinung nach in der Zukunft aussehen?

MF: Ich würde es sehr gut finden, wenn wir in Zukunft jeden Dachgeschossausbau in einer kombinierten Holz-Lehmbauweise ausführen, ich glaub dort steckt ein irrsinniges Potential. Es stehen viele Altbauten leer, in denen ich vor allem das ökologische Bauen im Bestand sehen würde. Es sollten keine Gipskartonwände mehr gezogen werden, sondern einfache Holz-Riegel-Konstruktionen und ich finde, das ist auch schon der einfachste Input, den man in Richtung Nachhaltigkeit machen kann, da es für Handwerker:innen wenig unterschied macht, ob eine Holzplatte oder Gipskartonplatte angebracht und verputzt wird. Ich sehe in Sanierungsprojekten irrsinniges Potential. Wenn wir sagen, dass Wien so schnell wächst, dann sollten wir erstmal die Ressourcen, die wir in der Stadt haben nutzen und nicht schon wieder das nächste Quartier hochziehen. In der Zukunft sehe ich weniger Neubau und ressourcenschonenderen Umgang. Ich finde wir sollten auch viel mehr Photovoltaikanlagen einbauen und Dachflächen bis zu einer gewissen Schräge prinzipiell begrünen. Als Fantasie stelle ich mir in der Stadt auch vor, dass man anstatt komplizierter Dachgeschossausbauten, die Dächer abreist, das Haus von oben abdichtet und eine dicke Humusschicht draufpackt und fix fertige tiny houses aus Naturbaustoffen draufstellt, die einen eigenen Garten haben.

Interview mit: Robert Pirker

Funktion im Unternehmen: Im Bereich Holzbau, Holzcluster beschäftigt sich mit der gesamten Holzwertschöpfungskette, das heißt vom Forstweg, von der Holzernte, der Logistik, Industriebetriebe und dem Holzbau selbst, aktuell verstärkt in EU Projekten involviert, in einem Erasmus plus Projekt, Fokus auf die berufliche Aus- und Weiterbildung und welche Änderungen es durch den grünen und digitalen Wandel gibt

Berufsausbildung: TU Graz Architektur

Firmenname: Holzcluster Steiermark GmbH

Art des Unternehmens: Cluster, Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Forschung und Politik, Vernetzen, Fördern und Entwickeln, Betriebe unterstützen in ihrer Entwicklung, Mitarbeiterschulungen, Forschungsprojekte

Standort: Graz, Steiermark, Österreich

Firmengröße (Mitarbeiter:innen): 13

Firma seit: 2001

Das Gespräch führte Vanessa Wohlhaupter telefonisch am 29.05.2024

VW: Wie lange beschäftigen Sie sich schon mit Holz und Lehm als kombinierte Bauweise?

RP: Holz war natürlich immer mein Fokus und damit beschäftige ich mich seit meiner Schulausbildung in der HTL, seit 2003. Ich hatte nie eine Spezialausbildung im Bereich des Holzbaus, der berufliche Werdegang hat sich erst später in dieser Richtung entwickelt. Ich habe mich vor allem aus Eigeninteresse mit dem Holzbau auseinandergesetzt.

VW: Welche modernen Holzbauweisen sind in Österreich aktuell am weitesten verbreitet sind? Gibt es da Tendenzen?

RP: Über die Jahre hat sich mit dem Brettsperrholz die Massivholzbauweise stark entwickelt und ich würde behaupten, dass diese Bauweise den Schwerpunkt in Österreich hat, weil es ja auch das Ziel war, in den mehrgeschossigen Wohnbau zu kommen. Die Tendenz geht aber jetzt wieder mehr in den Holzriegelbau, um innerhalb der Ressourcen wieder effizienter zu sein, da das Brettsperrholz sehr viele Ressourcen braucht. Wenn sich der Holzbau noch weiter etabliert, muss man langfristig in den Konstruktionen effizienter werden.

VW: Welche sinnvollen Möglichkeiten sehen Sie, Holz und Lehm zu kombinieren?

RP: Am weitesten verbreitet ist der Lehm als Innenputz. Wirklich in der Konstruktion als Produkt selbst, ist Lehm bisher kaum vorhanden. Der Lehmputz wird jedoch forciert, da allen klar ist welche positiven Eigenschaften das Material hat, dementsprechend wird bei einer höheren Wertigkeit eines Bauprojektes, Lehm als Innenputz eingesetzt. Als

Produkt kenne ich die Jasmin Holz-Lehm- Dämmung, bei der reiner Lehm mit Hobel-spänen vernetzt wird. Das finde ich eine sehr schöne Kombination aus den jeweiligen Materialeigenschaften. Der Lehm hat eine konservierende Wirkung und übernimmt den Brand- und Feuchteschutz. Ich würde mich sehr freuen, wenn so etwas in unserer Re-gion sich weiterentwickeln würde. Hobelspäne, die sonst in einem Prozess anfallen, sind ein Abfallprodukt oder werden zur thermischen Verwertung zugeführt. Wir haben die Firma Reinholz in unserem Netzwerk, das Hobelspäne, nur das reine Holz, zu einem Dämmmaterial verarbeitet. Wie sie das mit dem Brandschutz gewährleisten können, bin ich mir nicht sicher. Das Material wird auf jeden Fall mit einem Spezialverfahren aufge-fasert, wodurch es brandbeständiger wird.

VW: Würden sie Kund:innen oder Firmen, die auf sie zukommen, den Einsatz von Lehm aktiv weiterempfehlen?

RP: Also ich muss gestehen, dass Lehm leider nicht oft Thema in den Diskussionen ist. Bekannt ist, dass er im Innenraum eingesetzt werden kann und ansonsten fehlt ehrlich gesagt auch ein bisschen die Anwendung davon und auch die Produktpalette. Das Pro- dukt Jasmin ist zum Beispiel den wenigsten bekannt. Es ist eine deutsche Firma, aber wird in Vorarlberg vertrieben, soweit ich informiert bin. Dann gibt es halt noch Lehmbau- platten, aber das ist dann wieder so ein spezielles Produkt. Dabei kommt es dann auf den Kunden an, inwieweit er die Qualität des Gebäudes haben will. Der Markt fordert halt auch, dass es wirklich zertifizierte Bauprodukte sind, mit den ganzen Daten dahinter und ich behaupte, dass Lehm noch nicht auf dieser Produktebene zu finden ist. Das könnte es wiederum auch wieder sympathischer und breiter wirksam machen, weil es nicht von einem Unternehmen betrieben werden muss. Im privaten kenne ich ein wunderbares Holzbauprojekt, eine Schreinermeisterin in Deutschland, die ihr Haus komplett aus Holz gebaut und bei den Innenwänden die Ausfachungen aus Lehm gemacht hat. Das finde ich persönlich eine wunderbare Idee, weil man so den Lehm als Wärmespeicher und Feuchtigkeitsspeicher ideal eingesetzt hat. Im klassischen Bau hat man das Problem der Überhitzung, weil wir kaum mehr Bau- und Speichermassen im Gebäude haben. Da würde Lehm aktiv wirksamer sein als Beton, der zudem auch keine Feuchtigkeits- speicherung hat. Man sollte mehr publizieren, dass man nicht nur Gipskartonwände, sondern besser Holzständerwände mit Lehm ausgefüllt, aufstellt. Diese Aktion würde beide Materialien wieder mehr pushen, denn der Holzanteil wurde im Innenausbau auch wieder verdrängt. Eine klassische Gipskartonwand besteht aus Aluminiumstehern und den Gipskartonplatten, vielleicht mit Mineralwolle kombiniert. Im Sinne des ökologischen Wandels, gibt es großen Bedarf, mehr in die Richtung zu machen.

VW: Glauben Sie, dass eine vermehrte Ausbildung im Bereich des Lehmbaus er- forderlich wäre? Wenn ja, in welchen Bereichen? Handwerklich oder theoretisch?

RP: Das ist eine schwierige Frage. Ich frage mich, wie viele wirklich vom Einsatz des

Lehms Bescheid wissen. Ich glaube mehr damit beschäftigen sollten sich auf jeden Fall die Fachfirmen. Im Planer:innenischen Bereich und auch wieder zur Thematik der Innenwände, habe ich einige Firmen gesehen, die die Aufbereitung des Lehms für Innenwände anbieten. In Wahrheit ist Lehm kein ganz spezielles Produkt, wenn ich in der Steiermark eine Baugrube aushebe, könnte man den Aushub sicherlich weiterverwenden. Wenn ich nur geringe Anforderungen an das Material habe, wie bei einer Ausfachung der Innenwände, ist es sicherlich eine vernünftige Kombination. Damit müsste sich wohl auch die Forschung mehr auseinandersetzen und auch auf Universitäten in der Ausbildung gelehrt werden, in Workshops oder Seminaren.

VW: Bemerken sie eine verstärkte Nachfrage nach Lehmbaustoffen?

RP: Allgemein ist ein größeres Bewusstsein für ökologisches Bauen und dementsprechend ist auch der Lehm ein wachsender Markt, genau beurteilen kann ich es aber leider nicht. Wenn sich jemand für einen Holzbau entscheidet, entscheidet er sich auch meistens dazu, sein Bauwerk in einer höheren qualitativen Wertigkeit auszuführen und deswegen ist meistens auch ein Lehmputz in Kombination im Einsatz. Der Holzbauanteil ist wachsend, daher wird der Lehmbauanteil vermutlich auch weiterhin wachsen.

VW: Gibt es genügend Anbieter:innen von Holz- beziehungsweise Lehmbaustoffen auf dem Markt?

RP: Die direkte Kombination aus Holzbau und Lehmbau kenne ich leider nicht, aber ich kenne die Betriebe, die Lehmbaustoffe vertreiben und ich glaub da sind wir in der Steiermark nicht schlecht aufgestellt. Da gibt es zum einen die Firma ProLEHM und der Vertrieb der Firma ClayTec.

VW: Was sind aus ihrer Erfahrung heraus, die größten Stärken und Vorteile, die der Einsatz von einer Holzlehm-mischbauweise bietet?

RP: Natürlich die Vorteile des Lehms selbst, die Fähigkeit, Wärme zu speichern, feuchteausgleichend zu sein und Schadstoffe aufzunehmen und zusätzlich die Eigenschaften in der Kombination, denn der Lehm wirkt konservierend für das Holz, weil die Ausgleichsfeuchte geringer ist. Diesem Bereich könnte man sich auch noch intensiver widmen, um zu sehen, ob Lehm als einfacher Holzschutz wieder mehr Einsatz findet.

VW: Wie erreicht man im Holzbau die benötigten Speichermassen ohne den Einsatz von Lehm?

RP: Im Holzbau selbst hat man auch eine gewisse Speicherfähigkeit und Dämmwirkung. Eine Massivholzplatte kann auch als speicherfähige Masse gesehen werden, aber sie ist im Vergleich zu mineralischen Baustoffen geringer.

VW: Worin sehen Sie die größten Hürden und Nachteile der kombinierten Holz-Lehmbauweise?

RP: Dass es noch nicht marktüblich ist. Man ist immer in dem prototypischen, experimentellen Bereich und es gibt wenige, die wirklich große Erfahrungen damit gemacht haben, abgesehen vom Lehmputz, der an und für sich etabliert ist. Hier ist dann der höhere Preis des Lehmputz ausschlaggebend. Die Leute unterschätzen das Produkt auch, es wurde zu sehr auf die Behaglichkeit runtergebrochen, das ist ein zu liebliches Wort. Letzte Woche habe ich einen Vortrag gehört, wo ganz klar das Thema Public Health diskutiert worden ist und die steigenden Hitzetage thematisiert wurden. Man sollte weg vom Begriff der Behaglichkeit und auch wirklich auf die Gesundheit eingehen, damit die Vorteile von Lehm als Baustoff mehr wahrgenommen werden.

VW: Gibt es in Österreich genügend Handwerker:innen, um der wachsenden Nachfrage des Holz- und Lehmbaus gerecht zu werden?

RP: Da kenne ich den Markt nicht wirklich. Aber ich würde behaupten, es gibt auf jeden Fall genug Handwerker:innen, die Lehmputz verarbeiten können.

VW: Kennen Sie das europäische ECVET-Ausbildungssystem zum Thema Lehm-bau?

RP: Nein, ich bin ehrlich gesagt ein bisschen überfordert mit den ganzen EU-Initiativen, die es in der Aus- und Weiterbildung gibt und kenne dieses Ausbildungssystem nicht. Dazu ergänzend kann ich sagen, dass in Spanien und Portugal aktuell der Marktanteil des Holzbaus stark wächst und sie dringend Fachkräfte suchen, die diese Projekte überhaupt abwickeln können. Sie versuchen nun auch das Ausbildungssystem dementsprechend auf die Reihe zu bekommen oder neu zu initiieren. Und ich denke mir, dass vielleicht in dieser Region der Holzbau nicht sehr traditionell ist, möglicherweise der Lehm-bau traditioneller. Es könnte sein, dass dort der Boden auch fruchtbar für die Kombination aus Holz und Lehm ist.

VW: Welche Maßnahmen müssen getroffen werden, um die kombinierte Holzlehm-bauweise in der Bauwirtschaft in Österreich weiter zu etablieren?

RP: Ich glaube, dass die Lehmbaubranche sich selbst stärker als Lösung anbieten sollte. Gerade in der Thematik, dass wir mehr Hitzetage haben werden, wird auf die Überhitzung mit sehr technischen Lösungen reagiert. Ich glaub jedoch, dass wir auf der Materialebene besser unterwegs wären. Ich weiß nicht, inwieweit Lehm in Forschungsprojekten berücksichtigt wird und weshalb schnelle, technische Lösungen häufiger die Antwort sind. Hier muss im Netzwerk aktiv beworben werden, dass man mit Lehmprodukten sehr gute Lösungen anbieten kann und als Partner in gewissen Forschungsprojekten am besten mitentwickelt und damit auch automatisch das Bewusstsein der Vorteile erlebt. Betriebe könnten vielleicht auch eine größere Wertschöpfung generieren, wenn sie mit

ihrem Know-how zBsp. Lehmputz aus der Baugrube aufbringen können. Man versucht im Zuge der Kreislaufwirtschaft, dass man aus der Baugrube einen Rohstoff gewinnen und verwerten kann, der zusätzlich rückbaubar und wiedereinsatzbar ist. Mit dieser Thematik kann Lehm vielleicht auch wieder Rückenwind bekommen. Der Holzbau hat Vorteile in der Umsetzung der Bioökonomie, um fossile Stoffe zu substituieren. Hier gibt es Dutzende Anwendungsmöglichkeiten von der Chemie, bis hin zum Holzbau selbst. Hier sollte sich auch der Lehmbau stärker als Lösung präsentieren.

VW: Wie wird sich die Bauwirtschaft in Österreich weiterentwickeln? Wie sieht für Sie der Holz-(Lehm)bau der Zukunft aus?

RP: Im Bausektor ist es eine Herausforderung, dass jedes Bauprojekt ein Prototyp ist, davon müssen wir wegkommen. Der Anteil der Vorfertigung wird größer werden und wir sehen hier ein großes Potenzial für den Holzbau, weil es hier bereits gelebte Praxis ist. Auf der Baustelle findet lediglich die Montage statt, da die Bauteile im Werk vorgefertigt werden. Damit muss sich auch der Lehmbau auseinandersetzen. Ich tue mich bisher nur schwer den Lehm im Vorfertigungsprozess zu sehen. Ich finde es nämlich sehr sinnvoll, direkt mit dem Lehm aus der Baugrube zu arbeiten, aber wenn die Entwicklung mehr in die Vorfertigung geht, verliert man das wieder aus den Augen.

Danke!

Achtung dieser Teil wird kitschig:

Ein großer Dank geht an meinen Freund, der mich von Anfang an bestärkt hat, mein Ziel niemals aus den Augen zu verlieren und an mich zu glauben. Dein unermüdlicher Support bedeutet mir wirklich die Welt! Danke Paps für deine langjährige Unterstützung, ich hoffe dir das spätestens zu deiner Rente zurückgeben zu können! :D Mama, Schwesterherz, meine liebsten Freund:innen und Kolleg:innen, ihr habt mir so viel Energie und Motivation gegeben. Es ist so schön, dass es euch alle gibt und ich euch in meinem Leben haben darf. Ich möchte mich außerdem bei meiner Professorin Andrea Rieger-Jandl für ihre wertvolle Betreuung bedanken. Ihr Wissen hat mich nach jeder Besprechung weitergebracht und mich mit einem durchweg positiven Gefühl meine Arbeit schreiben lassen, mal abgesehen vom inneren Schweinehund. Danke TU Wien und hoffentlich bald:

Tschüss und Babaaaa!