

LEHM

als traditionell überlieferter Baustoff.

Analyse, Vergleich und Anwendung
verschiedener Bautechniken im
Raum Österreich-Ungarn.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or
master thesis is available at the main library of the
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>



MASTERARBEIT

Lehm als traditionell überlieferter Baustoff.

Analyse, Vergleich und Anwendung verschiedener Bautechniken
im Raum Österreich-Ungarn.

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
einer DIPLOM-INGENIEURIN

UNTER DER LEITUNG

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.phil Andrea RIEGER-JANDL

Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege
e251-1 Fachgebiet Baugeschichte und Bauforschung

eingereicht an der TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Fakultät für Architektur und Raumplanung

VON

Nicole ZIMMERMANN, BSc

Matr. Nr. 0525330

0699 11 55 10 19

Kolingasse 6/23, 1090 Wien

zim_nicole@gmx.at

ABSTRACT

This thesis deals with the oldest existing binding material when it comes to building processes – the material of clay. To build something out of clay means quite the contrary of industrialised prefabrication. Therefore, the aim of the work is to analyse the traditional earthen culture and to create a new awareness of architectural buildings made out of local resources and their qualities that come along with them. The focus is set on revive the repressed knowledge of traditional building methods in Austria and Hungary and additionally explore and optimise these in an experimental way, while reconstructing prototypes of some traditional building techniques, like cob or rammed earth walls.

KEYWORDS

earth works	implementation
tradition	mixing ratio
methods	rammed earth
Austria	cob
Hungary	adobe

KURZFASSUNG

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem ältesten Bindemittel des Bauwesens – dem Material Lehm. Mit Lehm zu bauen ist heute ein Statement, das sich gegen konservative Haltungen des Bauens und die Industrialisierung richtet. Ziel der Arbeit ist es, die vorhandene Lehmalkultur zu analysieren und ein neues Bewusstsein für die Qualitäten dieses Baustoffs zu schaffen. Dies gelingt, indem alte Traditionen des Bauens wieder aufleben und Materialien zur Anwendung kommen, die zur Verfügung stehen. Die Herausforderung ist es, das verdrängte Wissen um traditionelle Bauweisen, lokale Ressourcen und Materialien im Raum Österreich/Ungarn anzunehmen und dies in neuen Bauaufgaben abermals aufleben zu lassen. Mit Hilfe von Untersuchungen physikalischer und konstruktiver Maßnahmen sowie gebauter Prototypen, anhand derer traditionelle Bautechniken experimentell erprobt und optimiert werden, soll dies gelingen.

SCHLAGWORTE

Lehmbau	Anwendung
Tradition	Mischungsverhältnis
Baumethoden	Stampflehm
Österreich	Wellerlehm
Ungarn	Lehmziegel

01

02

03

12 - 33

GRUNDLAGEN

- 14 *DAS KONZEPT*
14 Hintergrund
16 Lage des Bauplatzes
18 Das Areal
20 Das Klima
- 22 *LEHM*
22 Baumaterial Lehm
24 Berg- oder Gehängelehm
24 Geschiebelehm
25 Mergel
25 Schwemtlehm
25 Schlick-, Schluff-, Auenlehm
25 Lößlehm
26 Bänderlehm
26 Grubenlehm
26 Baulehm
- 27 *Kennwerte*
27 Vorkommen
27 Kapillare Struktur
26 Wärmeisolation
28 Naturrohstoff
29 Verarbeitbarkeit
29 Festigkeit
- 30 *Beurteilung der Lehmqualität*
30 Geruchstest
31 Kugelformprobe
31 Kugelfallprobe
31 Schneideversuch
32 Reibe- und Waschtest
32 Sedimentationstest
33 Kohäsionstest
33 Schlammprobe

34 - 71

LEHMBAU AUT/HU

- 36 *HISTORISCHE ENTWICKLUNG*
43 Fazit
44 Zukunftsausblick
- 46 *GEGENWART*
47 Erhaltung
49 Museumskonzepte
49 Originalbau
50 Translozierung
52 Kopie
53 Rekonstruktion
- 59 *Sanierung*
59 Mängelbehebung
60 Umbau
61 Beispiel in Österreich
64 Beispiel in Ungarn
- 65 *NEUE ANSÄTZE*
66 Kräuterzentrum
67 Dachausbau
69 Wohnhaus D.
70 Atelier Gassner
71 Weinterrasse

72 - 92

LEHMBAUTECHNIKEN

- 74 *STAMPFLEHM*
74 Definition
75 Herkunft
76 Anwendung
76 Schalung
77 Lehmmischung
78 Stampfvorgang
79 Zwischenschichten
80 Entfernen der Schalung
81 Aufwand & Fazit
- 82 *WELLERLEHM*
82 Definition
83 Anwendung
83 Vorbereitung
84 Lehmmischung
85 Wandaufbau
86 Aufwand
- 87 *LEHMZIEGEL*
87 Definition
87 Herkunft
89 Anwendung
89 Ziegelmodell
90 Lehmmischung
91 Herstellung
92 Trocknung & Vermauerung
92 Aufwand
-

03

93 - 105

LEHMBAUTECHNIKEN

93 *WUZELMAUER*

93 Definition
93 Herkunft
95 Anwendung
95 Aufwand

96 *LEHM-HOLZ
VERBUNDBAUWEISE*

96 Lehmflechtwerk
96 Definition
96 Herkunft
96 Anwendung
97 Aufwand
98 Lehmstaken
98 Anwendung
99 Aufwand
100 Leichtlehm
100 Definition
100 Anwendung
101 Leichtlehmwand
102 Leichtlehmziegel

103 *LEHMBLOCKBAU*

103 Herkunft
104 Anwendung

04

106 - 121

LEITFADEN

108 *GRUNDLAGEN*

109 Welches Bauvorhaben ist für mich geeignet?
110 Innenraum
110 Außenraum

111 *CHECKLISTE*

114 *AUFWANDSMATRIX*

120 *INSPIRATION*

05

122 - 127

124 *FAZIT*

WIRTSCHAFTSVERZWEIGUNG

GENDER ERKLÄRUNG

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem ältesten Bindemittel des Bauwesens – dem Material Lehm. Mit Lehm zu bauen ist heute ein Statement, das sich gegen konservative Haltungen des Bauens und die Industrialisierung richtet. *„Wir haben dagegen rebelliert, dass das industrialisierte Bauen die Lösungen immer vorgeschrieben hat. Es hat wenig Freiheit erlaubt und beinhaltet eine verheerende Umweltverschmutzung und einen wahnsinnigen Ressourcen- und Energieverbrauch“* schildert Gernot Minke¹⁾ in einem Interview zum Thema ‚Vom Leichtbau zum Lehmbau‘.

Hier ist das Ziel, den Wert der Architektur zu erkennen und das Spannungsfeld zwischen Globalität und Lokalität mit ein zu beziehen. Es ist eine neue Perspektive der Architektur die in der Moderne etwas in Vergessenheit geraten ist, die jedoch langsam zu einem Umdenken in der Bauszene führt. Bislang wurde Lehm vor allem in Zeiten der Not verwendet, um sich Schutz zu schaffen. Bis heute kommt Lehm als Baumaterial vor allem in Entwicklungsländern und Krisengebieten zum Einsatz und bietet gerade in schwach entwickelten Ländern große ökologische und ökonomische Vorteile. Zirka eineinhalb Milliarden Menschen nutzen heute noch Lehmbauten, um sich ein Heim zu schaffen und damit die

¹⁾Vgl. Kuhnert Nikolaus; Ngo Anh-Linh; Minke Gernot: Vom Leichtbau zum Lehmbau, ARCH+, Archplus Verlag GmbH, Jg.:46, Nr.211/212, Aachen, 2013, S.55

Überlebenschancen zu sichern. Es wird angenommen, dass es um die Jahrhundertwende sogar noch über 2 Milliarden waren, die sich mithilfe des Erdmaterials ihre Behausung gebaut haben.²⁾

Kulturelle Identität und die Auseinandersetzung mit dem lokalen Kontext hingegen haben dazu beigetragen, dass Lehm als Baumaterial heute wieder vermehrt auch in europäischen Gebieten zum Einsatz kommt. Für diese Aufgabe benötigt es Vorreiter wie zum Beispiel Martin Rauch, der mit dem Vorzeigeprojekt seines Wohnhauses große Aufmerksamkeit erregt und in Österreich einen Grundstein für die Wiederbelebung der Lehmarchitektur gelegt hat.³⁾ Auch Arbeiten von Anna Heringer, Emilio Caravatti und Francis Kéré weisen hier die Richtung, weil sie nicht nur den Lehmbau wieder neu beleben, sondern sich auch durch einen hohen ästhetischen Wert in der architektonischen Gestaltung auszeichnen.⁴⁾

Um an den Erfolg anzuknüpfen habe ich es mir in meiner Diplomarbeit zur Aufgabe gemacht, die Lehmarchitektur für möglichst viele Menschen greifbar zu machen. Ziel der Arbeit ist es unter anderem, das lokale Denken und die vorhandene Lehmbaukultur durch die Architektur zu unterstützen. Dies gelingt, indem alte Traditionen des Bauens wieder aufleben und mit Materialien zur Anwendung kommen, die zur Verfügung stehen. Der Architektur übernimmt damit eine wichtige Rolle, wird zum Agitator ihrer selbst und entsteht nicht nur aus einer Ideologie heraus. Damit schafft man eine sozial engagierte Architektur, wie sie in Europa vermehrt etabliert werden sollte. Den Prozess dahinter beschreibt sehr passend folgendes Zitat: *„Alle Barrieren zwischen Bauenden und Nutzenden sollen ... aufgehoben werden,*

²⁾Vgl. Wichmann Hans: Architektur der Vergangenheit - Lehmbauten der dritten Welt, Birkhäuser Verlag, Basel, 1983, S.06

³⁾Vgl. Boltshauser Roger, Rauch Martin: Haus Rauch, Ein Modell moderner Lehmarchitektur, Birkhäuser Verlag, Basel, 2010

⁴⁾Vgl. Lepik Andres: Think Global, Build social; ARCH+, 2013, Archplus Verlag GmbH, S.08

**„FÜRCHTE NICHT, UNMODERN GESCHOLTEN ZU WERDEN.
VERÄNDERUNGEN DER ALTEN BAUWEISE SIND NUR DANN
ERLAUBT, WENN SIE EINE VERBESSERUNG BEDEUTEN,
SONST BLEIBE BEIM ALTEN. DENN DIE WAHRHEIT, UND SEI
SIE HUNDERTE JAHRE ALT, HAT MIT UNS MEHR
INNEREN ZUSAMMENHANG ALS DIE LÜGE, DIE NEBEN UNS
SCHREITET.“**

Zitat Adolf Loos, 1913

In: Stuibler Peter: Adolf Loos, Ornament und Verbrechen, Metroverlag, Wien, 2012, S. 167

⁵⁾ De Carlo, Giancarlo: In: Kuhnert Nikolaus, Ngo Anh-Linh: Bauen und Gebrauchen, ARCH+, Nr.211/212, Archplus Verlag GmbH, Aachen, 2013

damit Bauen und Gebrauch zu zwei Momenten eines einzigen Gestaltungsprozesses werden.“ So schrieb es schon um 1970 Giancarlo De Carlo.⁵⁾ An diese Idealvorstellung möchte ich mit meiner Arbeit anknüpfen und damit das Traditions- und Kulturbewusstsein der Bauenden unterstützen. Ein sehr bedeutender Nebeneffekt beim Lehmbau ist die ressourcenschonende Bauweise. Im Augenmerk sollte jedoch stehen, dass sich die Bewohner mit ihrer Umgebung identifizieren und sich darüber bewusst sind dass lokale Materialien einen neuen Bautypus in Bezug auf Formensprache definieren können. Die Herausforderung ist es, das verdrängte Wissen um traditionelle Bauweisen, lokale Ressourcen und Materialien an zu nehmen und dies in einem Bauwerk neu aufleben zu lassen. In meiner Arbeit „Lehm als traditionell überlieferter Baustoff. Analyse, Vergleich und Anwendung verschiedener Bautechniken im Raum Österreich-Ungarn“ werden physikalische und konstruktive Massnahmen untersucht, mithilfe gebauter Prototypen erprobt und optimiert sowie mit vergessenen und traditionellen Bautechniken experimentiert.

01

GRUNDLAGEN

Die Grundlagen dienen dazu, um sich mit den Hintergrundinformationen auseinanderzusetzen und diese immer wieder im Laufe der Arbeit aufrufen zu können. Es wird hauptsächlich Lehm als Baumaterial erläutert, man bekommt Einblick, wie im Laufe von Workshops mit Lehm gearbeitet wurde und welchem Zweck diese Auseinandersetzungen mit dem Baustoff dient.

Abb. 01.1: trockener Lehmboden



DAS KONZEPT

HINTERGRUND ZUM PROJEKT

Im Rahmen eines Entwurfsprojektes an der TU Wien im Wintersemester 2012/2013 unter dem Titel „Experimenteller Lehm- bau in Waldökozentrum Sopron“ fand eine erste Annäherung an den Lehm- bau statt. Betreut wurde das Entwerfen von Ao.Univ.Prof. Andrea Rieger-Jandl und DI Ferenc Zamolyi von der Abteilung Baugeschichte:Bauforschung, weiters konnte als Gastprofesso- rin die Lehm- bauexpertin Mag. Anna Heringer (Honorarprofessur UNESCO Chair Earthern Architecture) gewonnen werden. Dreißig Architekturstud- enten nahmen teil und entwickelten zahlreiche spannende Projekte die sich mit traditionellen Lehm- baumethoden beschäftigten.

Ziel der Aufgabenstellung war die Entwicklung eines Bebauungs- konzeptes für ein Grundstück im Waldökozentrum am Stadtrand von Sopron|Ungarn unter der Berücksichtigung der Verwendung von innovativen und experimentellen Lehm- bautechniken und der Realisierbarkeit des Entwurfes. Dieser diente als Grundlage um in Folge das Projekt im Zuge mehrerer Lehm- bauseminare Vorort durch Studenten baulich umzusetzen. Anreiz zu solch einer Auf- gabenstellung bieten die bereits in den 1970er und 1980er Jahren entstandenen frühen Formen von Experimenten in einem univer-

KOMMENTARE ZUR WORKSHOPWOCHE: ⁶⁾

„LEHM, LEHM, LEHM..“ Studentin, 34 Jahre

„BESSERE VORSTELLUNG VON TATSÄCHLICHER ARBEIT MIT LEHM.“ Student, 24 Jahre

„HÄTTE RUHIG LÄNGER SEIN DÜRFEN!“ Student, 23 Jahre

„EXTREM VIEL GELEHRT, GUTE ERFAHRUNG MIT LEHM UND HOLZ.“ Studentin, 25 Jahre

⁶⁾ Fragebogenauswertung zu den Lehm-
bau-Workshops in Sopron, 12.07.2013,
23.09.2013, 9.07.2014, 13.07.2014

⁷⁾ Verbindung von Entwurf und praktischer
Umsetzung an Hochschulen. Samuel Mockbee
ist wohl der bekannteste Vorreiter dieser Bewe-
gung, die in Amerika entstanden ist.

sitären Kontext im Rahmen der Design-Built-Studios.⁷⁾ Die Erfahrungen des Selbstbaus sowie der Auseinandersetzung mit traditionellen Materialien und Techniken steht hierbei im Vordergrund. Insbesondere erhielten hier die Naturbaustoffe wie Lehm, die ohne industrielle Verarbeitung verbaut werden können, eine besondere Aufmerksamkeit.

Schlussendlich wurde mein Projekt der „Earthlodge“ für die Umsetzung ausgewählt, was auch eine kontinuierliche Überarbeitung und Verbesserung beinhaltet. Dieses sollte als Grundlage innerhalb der Workshops stückweise errichtet werden und sollte dazu dienen, alle gewonnenen Erkenntnisse während der Umsetzungen sowie Grundlagen zum Material, Kennzeichen des Bauplatzes und die aus den Bautagen resultierenden Erfahrungen darzustellen.

Die Workshops finden jährlich im Sommer mit dem Ziel statt, sich traditionelle Lehmbautechniken und die Kenntnisse darüber neu anzueignen. Die Teilnehmer können hierbei Informationen sammeln und Arbeiten rund um verschiedene Lehmbautechniken selber ausprobieren. Das Feedback aus den vergangenen vier Workshops zeigt, dass die Teilnehmer vorallem die Möglichkeit an einem Bauvorhaben praktisch teilzuhaben als eine spannende und lehrreiche Erfahrung empfanden. Alle befragten Teilnehmer würden sofort wieder an solch einem Workshop teilnehmen, mit dem Ziel, das Material besser zu verstehen und die Einstellung der Menschen zu dem Material zu ändern, da die Wertigkeit nach wie vor sehr unterschätzt wird.

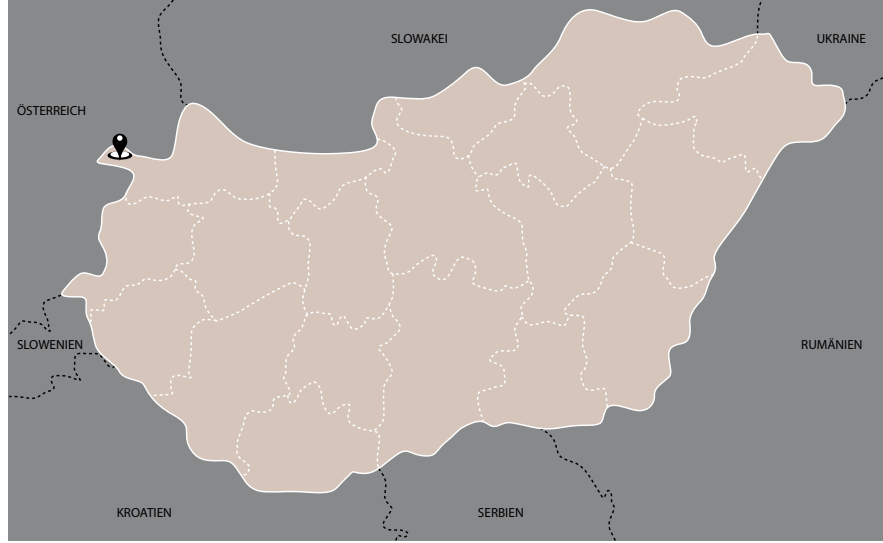


Abb. 01.2: Lageplan Sopron | Ungarn

LAGE DES BAUPLATZES ^{8) 9)}

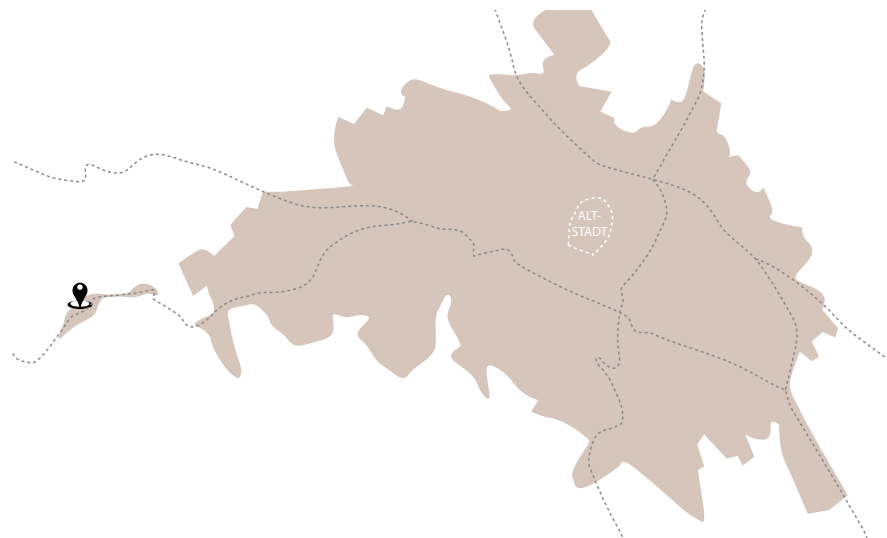
Der Bauplatz, an dem jedes Jahr die Studentenworkshops des experimentellen Lehmbaus stattfinden, liegt in der Randzone Sopron's im Nordwesten von Ungarn und ist zirka 60 km von Wien entfernt. Das Stadtgebiet von Sopron hat heute über 60.000 Einwohner mit einer Bevölkerungsdichte von 359 Einwohner/km² und ist bekannt für den Tourismus, die Forst- und Holzwirtschaft und den Weinbau, seit 1735 ist Sopron eine Universitätsstadt.

Etymologisch gesehen wurde die damals als *Scarbantia* benannte Siedlung erstmals in der „Geographia des Ptolemaios“ um 100 bis 175 n. Chr. erwähnt.⁸⁾ *Scarbantia* setzt sich aus den keltischen Wörtern *scarb* oder *scara*, was soviel bedeutet wie zerstreut oder abgesondert und *banta*, was nach illyrischer Übersetzung den Ort oder die Siedlung benennt, zusammen.⁹⁾ Die dörfliche Struktur wurde bereits von den Römern als Handelsplatz gegründet,

⁸⁾ Vgl. Claudii Ptolemei Geographia I–III. Reprintographischer Nachdruck C.F.A. Nobbe Leipzig 1843–45, Georg Olms Verlag, Hildesheim 1966, S. 129.

⁹⁾ Vgl. Grete Maar: Einführung in die Geschichte der westungarischen Stadt *Scarbantia* – Ödenburg – Sopron. Wien 2000, S. 17.

Abb. 01.3: Lageplan Brennbergbanya | Sopron-Umgebung



im Mittelalter erbauten sie die teilweise bis heute erhaltene Stadtmauer und nutzten den heutigen Marktplatz als römisches Forum. In Folge der Völkerwanderung starb Scarbantia aus, wurde jedoch im 10. Jhd. neu besiedelt. Erstmals sprach man 1277 von der königlichen Freistadt Sopron, die nach einem Feuer im Jahr 1676 bedingt durch die Türkenbelagerung im Barock-Stil neu aufgebaut werden musste. Viele dieser Bauten sind nach wie vor erhalten und prägen bis heute das Stadtbild. Nach dem ersten Weltkrieg zerfiel das Habsburgerreich und Sopron sollte die Hauptstadt des neu gegründeten österreichischen Bundesland Burgenland werden, was jedoch durch eine Volksabstimmung verhindert wurde. Seit jeher ist Sopron ein wirtschaftlich aufstrebender Ort, der nicht nur in territorialer Hinsicht eng mit seinem Nachbarland Österreich in Verbindung steht.

Das Landschaftsbild hat sich aufgrund der Ge-

schichte Soprons entwickelt und prägt noch immer das Stadtbild. 700 Jahre nachdem die Zugehörigkeit Soprons zugunsten des ungarischen Königreiches entschieden wurde und die Stadt dadurch verschiedene Sonderrechte erhielt, feierte man die Treue des Stadthalters mit der Umwidmung des Stadtwaldes zu einem Naturschutzgebiet, in dem sich auch der Bauplatz befindet. Der Wald erstreckt sich in westlicher Richtung über eine Fläche von zirka 41 km² und besteht aus mehreren Hügeln, mit Bäumen bewachsenen Talstrukturen und kleinen Straßen, die von Sopron in das Naturschutzgebiet führen. Das existierende Naturschutzgebiet beeinflusst auch die Architektur, denn größere Gebäudekomplexe oder Strukturen häuslicher Siedlungen findet man hier nicht.

Die Architektur des Stadtkerns prägt die Grabenrunde, die entlang des ehemaligen Burggrabens errichtet wurde. Die innere Häuserzeile folgt der











Linie der Burgmauer und definiert somit die Altstadt. Hier findet man das Wahrzeichen der Stadt, den Feuerturm, und das neben ihm angesiedelte „Tor der Treue“, das zum Gedenken an die Volksabstimmung und den Entschluss Sopron bei Ungarn zu belassen errichtet wurde. In der Altstadt sind noch viele Baudenkmäler erhalten, unter anderem die Marienstatue entlang der Grabenrunde, die Ursulinenkirche im neugotischen Stil, die Dreifaltigkeitssäule als Meisterwerk ungarischer Barockkunst und das wohl berühmteste Gebäude der Stadt, das Rathaus. Auch moderne, zeitgenössische Architektur findet man in Sopron, die sich in den außen liegenden Zonen mit Wohnbauten der 60er und 70er Jahre abwechself.

DAS AREAL

Das Waldökozentrum „Soproni Gyermek és Ifjúsági Tábor“ liegt in Brennbergbánya, einem Stadtteil im Nordwesten Soprons. Brennbergbánya ist zirka einen Kilometer von der österreichischen Grenze entfernt und ist von ungefähr 600 Einwohnern besiedelt. Im Jahre 1753 wurden hier Vorkommen von Steinkohle entdeckt, was den Ort zu einem wichtigen Abbaugbiet machte, weshalb in Folge das erste Bergwerks Ungarns gegründet wurde. Aus dieser Zeit stammt auch das heutige Jugendzentrum am Tabor, das zur damaliger Zeit als Unterkunft für die Arbeiter diente, und das heute als Experimentierstätte für die Lehmboseminare dient.¹⁰⁾

Heutzutage wird das Camp im Waldökozentrum als Jugendlager

genutzt, wobei Unterkünfte für bis zu 200 Personen zur Verfügung stehen. Es bietet unter anderem Platz für Klassenfahrten, Tanz- und Sportcamps und verschiedene Veranstaltungen. Das subalpine Klima ist ideal für Ausflüge in den Wald und die umliegende Hügellandschaft. Es gibt viele Wanderwege und die Möglichkeit Denkmäler und Museen in Sopron zu besichtigen. Auf dem Areal des Camps findet man verschiedene Unterkünfte wie das Waldhaus oder die Sommerbungalows, Gemeinschaftsräume, eine Kantine sowie großzügige Außenanlagen mit Sportmöglichkeiten. Der Bauplatz befindet sich im hinteren Bereich des Areals.

	Zufahrt zum Areal
	Parkplatz
	Unterkunft
	Industriehalle
	Materiallager
	Bauplatz
	Grenzen Waldökozentrum am Tabor
	Flußlauf Rák-patak
	Wald und Grünflächen
	befestigte Flächen

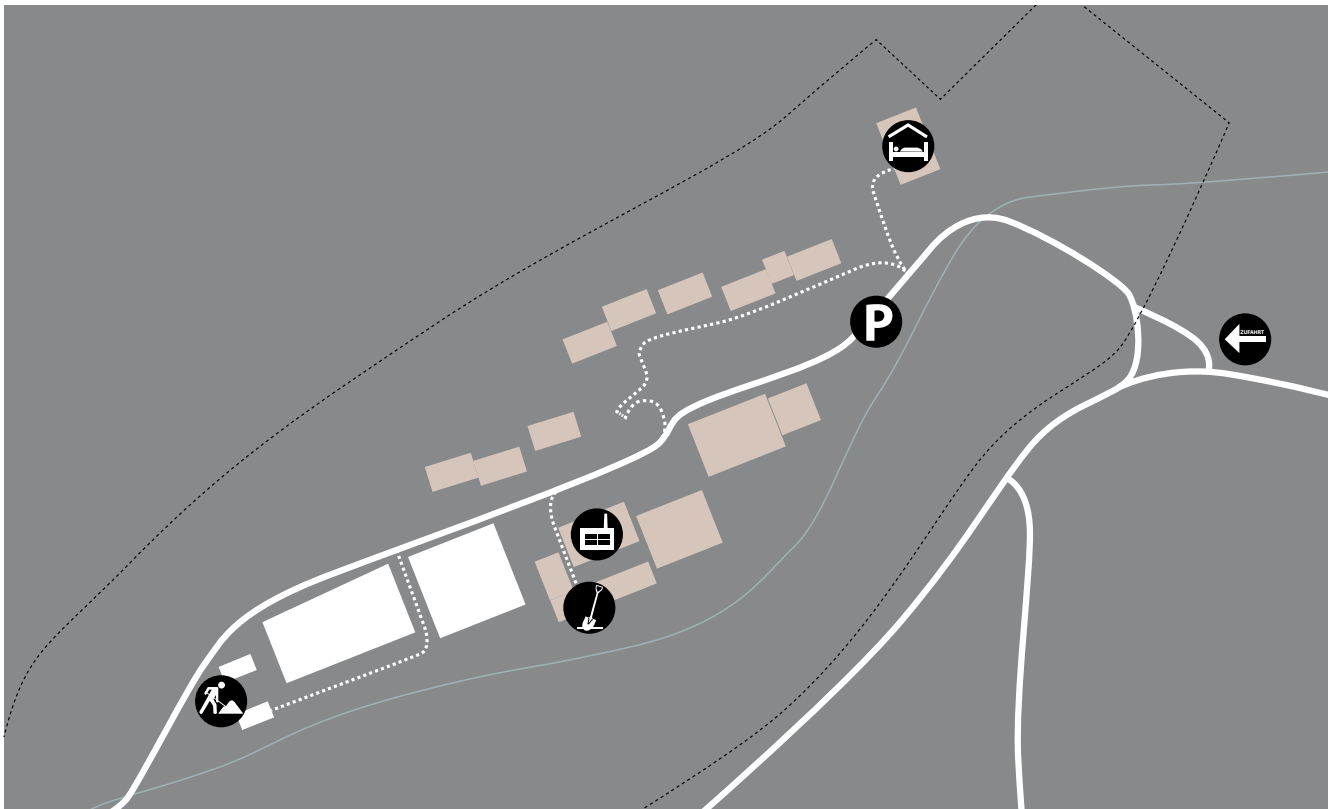


Abb. 01.4: Bauplatz in Brennbergbanya | Sopron

DAS KLIMA

Das gleichbleibende Kontinentalklima lässt es zu, die traditionellen Bautechniken in einem Umfeld zu testen, wie es auch während der Bauprozesse von Lehmbauten in den vergangenen Jahrhunderten vorherrschte. Die klimatischen Bedingungen, vorallem die kalten Winter mit durchschnittlich -4°C im Jänner, dem kältesten Monat und die heißen Sommer mit einer durchschnittlichen Temperatur

Abb. 01.5: Stampflehmwand in zwei Bauphasen mit Austrocknungsphase über den Winter; unten bis zum Farbstreifen Phase I; ab dem Farbstreifen Phase II



von 26°C sowie die zahlreiche Regentage, dessen Durchschnitt bei 89 Tagen im Jahr liegen wobei der Juni das feuchteste Monat darstellt, beeinflussen auch das Bauen mit Lehm. Ein Beispiel stellt die Stampflehmwand in Sopron dar, die über zwei Saisonen errichtet wurde. Der erste Bauabschnitt fand im Juli 2013 statt, der von heißen Sommertagen mit Temperaturen um die 32°C beherrscht wurde. In der Zeit gelang es uns nicht die Stampflehmmischung in die Schalung zu bringen, ohne dass sie in der Zwischenzeit sehr stark austrocknete. Dadurch war die Abriebfestigkeit nach dem Ausschalen sehr vermindert, die Wand hielt jedoch den Belastungen stand. Der Winter setzte ihr dann doch etwas zu, der Frost sprengte Kiesnester aus der Wand, die schon zuvor unzureichend verfestigt waren. In der zweiten Bauphase, im Juli 2014, wurde die Wand weiter in die Höhe gestampft. Das Wetter diesmal war mit Temperaturen um die 23°C kühler und auch regnerischer. Der Stampflehmmischung schadete dies jedoch nicht, da sie erdfeucht eingebracht wesentlich leichter zu stampfen war. Beim Ausschalen war es dann ersichtlich, dass die verschiedenen Klimabedingungen auch zwei verschiedenen Qualitäten an Stampflehmwänden hervorbrachten. Auch die lange Aushärtungsphase über die Wintermonate der Wand aus dem ersten Bauabschnitt schadete der Verbindung der zwei Wandelemente, da die Verbindungsschicht durch die Erschütterungen des Stampfens weiter ausbröselte.

Dies führte zu der Erkenntnis, dass es bei hohen Temperaturen wichtig ist, rasch zu arbeiten, den Lehm auch in der Schalung immer nachzufeuhten und die Wandelemente in einem durchgehenden Prozess zu stampfen, bis die gewünschte Höhe erreicht ist.



Abb. 01.6: Stampflehmwand nach Bauphase I
 Abb. 01.7: Abplatzungen und Durchfeuchtung nach den Wintermonaten
 Abb. 01.8: Stampflehmwand nach Bauphase II



¹¹⁾Vgl. Dachverband Lehm e.V., Röhlen Ulrich, Volhard Franz: Lehm bau Regeln, 3. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2009

¹²⁾Vgl. Minke Gernot: Handbuch Lehm bau – Baustoffkunde, Bautechniken, Lehmarchitektur, 7. Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2009

¹³⁾Vgl. <http://www.lehmhaus.net/lehm-geschichte.html>, 10.9.2014

VOM LEHM ZUM BAUMATERIAL

Das Bauen mit Lehm weist eine lange Tradition auf, die erstmals zur Errichtung von häuslichen Siedlungen verwendet wurde. Der Ursprung des Lehmbaus liegt in trocken-heißen Ländern wie Ägypten, Iran, Jemen, dem Alten Orient und Afrika südlich der Sahara. Hier kann der Lehm seine Vorteile komplett aufzeigen, weiters stehen kaum andere Ressourcen wie Stein oder Holz zur Verfügung. Die Bewohner jener Gebiete erkannten schon früh die Vorzüge des Bauens mit Lehm, der häufig direkt am Baugrund aufbereitet und ohne industrielle Hilfsmittel verarbeitet werden konnte. Schnell entwickelten sich in den Gebieten ähnliche formale Baucharakteristika, die auf die Eigenschaften des Materials reagierten.

In Europa stammen die ältesten Nachweise von Lehmsteinbauten aus Turkestan, Russland. Diese sollen vor rund 10.000 Jahren entstanden sein.¹³⁾ Ein bedeutendes geschichtliches Bauwerk aus Lehm stellt die chinesische Mauer dar, die in der zweiten Hälfte des 5. Jhd.v.Chr. aus verdichtetem Lehm errichtet wurde, dem zur besseren Haltbarkeit Stroh- und Reisig-Schichten eingelegt wurden. Jericho, eine der ältesten städtischen Siedlungen, bestand zum Großteil aus Lehm und auch der vermeintliche Turmbau zu Babel, wie er bereits in der Bibel erwähnt wurde, sollte ein Lehm bau gewesen sein.

¹⁴⁾Vgl. Laueremann Ernst: Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya - Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 20

¹⁵⁾Vgl. <http://www.carnuntum.co.at/wissenschaft/archiv>, 8.12.2014

Abb. 01.9: aus Stampflehm errichtet Chinesische Mauer aus der Ming-Dynastie



In Europa gab es bereit im Neolithikum (5000 - 2000 v. Chr.) Bauten aus Holzständerwerk mit Wänden aus Flechtwerk und Lehmbewurf. Das Urgeschichte- und Freilichtmuseum in Asparn a.d. Zaya präsentiert beispielsweise anhand eines nachgebauten Langhaus aus der Jungsteinzeit, basierend auf einen Befund aus Köln-Lindenthal, die Technik der Flechtwerkswand.¹⁴⁾ Auch die Römer setzten Lehm bei Techniken wie dem Stampflehm, Flechtwerk mit Lehmbewurf und den Lehmziegeln ein, die in späterer Folge durch Steinbauweisen abgelöst wurden. Dies bestätigt der wohl bekannteste römische Fund, nämlich das Legionslager, eines der ersten Bauten in Carnuntum.¹⁵⁾ Vor allem in Deutschland etablierte sich der Fachwerksbau, wobei in Österreich das Wuzelmauerwerk, Stampflehmwände sowie unterschiedliche Lehmziegelformate bis ins ausgehende 19. Jhdt. zum Einsatz kamen. Auf Grund der klimatischen Bedingungen, kämpften jedoch vor allem die Menschen nördlich der Alpen gegen den Verfall der Häuser an und ersetzten den ungebrannten Lehm durch moderne Baustoffe wie hauptsächlich gebrannte Ziegel und sekundär Stahl, Eisen, Granit und Beton. Sachgemäß verwendet kann aber auch Lehm als nachhaltiges Material interessant für erhaltende Maßnahmen eines Gebäudes sein. Wieso können wir also nicht von dem Umgang mit dem Material in außereuropäischen Kulturen lernen, in denen die Lehmbautradition noch lebendig ist, und die Vorteile einsetzen, um den Lehm als Baumaterial auch in Europa wieder vermehrt zu verbreiten?

Sofern man Lehm richtig anwendet, erzielt man eine klimagerechte Bauweise, die unter Beachtung der traditionellen Strukturen Proportionen ergibt, die sich harmonisch ins Landschaftsbild einfügen. Dabei spielt die traditionsbewusste Wahl des Materials in Kombination mit der Konstruktion eine entscheidende Rolle.

Abb. 01.10: Zusammensetzung von Lehm

¹⁶⁾Vgl. Wichmann Hans: Architektur der Vergänglichkeit - Lehmbauten der dritten Welt, Birkhäuser Verlag, Basel, 1983, S.20



Lehm ist ein natürliches Gemisch, das durch Verwitterungsprozesse entsteht. Es beinhaltet bindende Tonminerale und schluffige, sandige bis steinige Bestandteile. Die Mischungen können teils sehr unterschiedlich sein, ihre Gemeinsamkeit ist jedoch der Bestandteil des Tons. Ton entsteht genauso wie das Mischprodukt Lehm durch Verwitterungsprozesse. Ausgangsstoffe sind Mineralien der Urgesteine, wie zum Beispiel Feldspat, den man im Granit wiederfindet. Feldspate sind Verbindungen der Kieselsäure mit Aluminiumoxyd und einem Oxyd eines zweiten Metalls wie zum Beispiel Kalium. Kali-Feldspat kommt sehr oft vor, neben ihm gibt es aber weitere tonbildende Mineralien wie Chlorite, Montmorillonite, Halloysite, Polygorsite etc. Sie alle nehmen Wassermoleküle auf, die beim Brennen von Ton- bzw. Lehmprodukten wieder freigesetzt werden. In reiner Form findet man kaum noch mineralische Gesteine, meist wurden diese durch

Fortschwemmen miteinander vermischt.

Es gibt unterschiedliche Arten von Lehm, die durch die jeweilige Lagerstätte und die mineralischen Bestandteile definiert sind.¹⁶⁾

Berg- oder Gehängelehm

Er eignet sich am besten für die Stampflehm-Bauweise, da eine natürliche und scharfkantige Körnungszusammensetzung aufgrund seiner Entstehungs- und Lagerstätte vorhanden ist. Er lagert bei den Gesteinen, bei denen er durch Verwitterung entstanden ist oder hat sich auf dem Hang darunter abgesetzt. Der Berg- oder Gehängelehm ist vom geringsten geologischen Alter unter den verschiedenen Lehmarten.

Geschiebelehm

Entstanden durch die Ablagerungen in der Eiszeit durch Gletscher, besteht der Geschiebelehm aus einem Mineralgerüst und runden Körnungen.

¹⁷⁾ Vgl. Podborsky Vladimir, Vedomil Vildomec: Pravek Znojemska (Urzeit der Region von Znojmo), Musejni spolek, Brno, 1972, S.43, 53, 64, 110, 136

Mergel

Als Mergel bezeichnet man einen sehr kalkhaltigen Geschiebelehm. Oft geht dadurch die Bindekraft des Lehms verloren, da der bindende Tongehalt im Verhältnis zum Kalk nicht mehr ausreicht. Der kalkhaltige Lehm ist in seinem äußeren Erscheinungsbild weißlich, wobei nicht alle weißlichen Lehme auf einen hohen Kalkanteil zurückzuführen sind.

Schwemmlehm

Ist alter Lehm, der im Laufe der Zeit in Flüssen durch Wasser aufgelöst und in ruhigere Gewässer transportiert wurde, wo er sich wieder absetzen konnte. Er ist mit Sand, Kies und Geröll versetzt, stellt aber durch die natürliche Durchmischung einen guten Baulehm dar.

Schlick-, Schluff- oder Auelehm

Ist ein Schlemmlehm der durch lange Transportwege mit organischen Materialien wie Humus vermischt worden ist und dadurch seine dunkle Färbung erhält. Wenn ausreichend Bindekraft vorhanden ist, kann auch der Auelehm als Baulehm verwendet werden.

Lößlehm

Löß ist ein kalk- und tonhaltiger Feinsand, aus dem durch Stürme und Winde und durch Kalkauswaschungen Lößlehm entstanden ist. Es ist ein sehr feinkörniger Lehm, der oftmals einen zu geringen Tongehalt aufweist.

Auch im Gebiet der Donauregion, definiert durch die breiten Auen und ausgedehnten Ebenen, ist vor allem Lößlehm als geeigneter Baustoff vorhanden. Neben den vorhandenen Tonen, Sanden, Kalktonen und Kiesen wurde vorwiegend der Lößlehm im Neolithikum dazu verwendet um Pfostenbauten mit lehmverputzten Flechtwänden zu errichten, die später durch Grubenhäuser oder Halberdhäuser ersetzt wurden.¹⁷⁾



Bänderlehm

Ist ein in Bändern oder Streifen angelagerter Lehm. Meist findet man diese Art des Lehms in ehemaligen Wasserbecken. Er kommt in dünnen Schichten vor, deshalb muss er auch, wenn er als Baulehm verwendet werden soll, gut durchgearbeitet werden, um die Bestandteile gleichmäßig zu verteilen.

Grubenlehm

Grubenlehm wird aus tiefliegenden Schichten der Erde entnommen. Er ist erdfeucht und muss frei von Wurzeln und Humusanteilen sein.

Baulehm

Baulehm kann von verschiedenen Lagerstätten gewonnen werden. Er muss jedoch frei von Verunreinigungen sein, darf keine schädlichen Fremdstoffe enthalten und muss genügend Tongehalt beinhalten um bindefähig zu sein. Um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen, werden dem Lehm Zuschläge beigemischt. Solche Zuschläge sind zum Beispiel pflanzliche Stoffe wie Hanffasern oder Stroh, tierische Nebenprodukte wie Dung oder Molke, Leinöl oder auch anorganische Zusätze wie Zement.

¹⁸⁾ Vgl. Vollhard Franz: Leichtlehm-bau – alter Baustoff – neue Technik, 5. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH, Heidelberg, 1995, S. 146 ff.

KENNWERTE ¹⁸⁾

Wenn man mit Lehm baut, muss man sich mit den Vor- aber auch den Nachteilen des Baustoffes vertraut machen, um Fehler vermeiden zu können. Auch wenn der Baustoff relativ empfindlich ist, kann man bei fachgerechter Verarbeitung ein langlebiges Bauwerk schaffen, was in zahlreichen, über einen langen Zeitraum erhaltene Bau-beispiele bewiesen ist.

Vorkommen und Bearbeitbarkeit

Lehm zeichnet sich durch sein unbegrenztes, natürliches Vorkommen aus. In zahlreichen Gebieten des Landes liegt das Baumaterial direkt vor der Türe, und kann mit wenig Aufwand aufbereitet werden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Kostenreduktion der Bauaufgabe, da das Material keine langen und kostenintensiven Transportwege benötigt. Ein Lehmhaus zählt dadurch zu der wahrscheinlich billigsten Baumethode, denn man benötigt für den Aufbau auch nicht zwingend technische und damit meist kostenintensive Maschinen. Dies gilt heute allerdings nur mehr für Länder, in denen Arbeitskräfte in ausreichendem Maße günstig zur Verfügung stehen. In Industrieländern, in denen die Lohnkosten ei-

nen beträchtlichen Anteil der Baukosten ausmachen, kann ein Lehm-bau aufgrund der hohen Arbeitsintensität sehr teuer werden. Lehm zeichnet sich durch seine leichte Verarbeitbarkeit aus, mit einfachen Hilfsmitteln oder sogar per Hand kann das Material eingesetzt werden. Ein Nebeneffekt von der Unabhängigkeit gegenüber Massenprodukten oder Vorfabrikation ist der Gedanke der individuellen Gestaltung. Jedes Haus ist ein handwerklich gefertigtes Unikat.

Kapillare Struktur

In Bezug auf die bauphysikalischen Eigenschaften hat Lehm viele Vorzüge. Massiver Lehm hat einen sehr guten schalldämmenden Effekt und ist durch seine kapillare Struktur ein perfekter Baustoff um das Raumklima und dessen Feuchtegehalt in der Luft zu regulieren. Lehm nimmt Raumfeuchtigkeit auf bis seine Feinstkapillaren gesättigt sind und gibt die Feuchtigkeit gezielt wieder ab, wenn die Raumluft zu trocken ist. Schadstoffe und elektromagnetische Strahlen werden aus der Luft aufgenommen und absorbiert.

In ungeschützter Form sind Lehmbauteile aufgrund ihrer Kapillarwirkung jedoch feuchte- und wasserempfindlich. Dies kann zu erheblichen Schäden führen, wie zum Beispiel durch Einwir-

kung von Schlagregen, Hochwasser, aufsteigende Feuchte durch das Fundament oder Feuchteschäden durch undichte Dächer. Ein altes Sprichwort besagt: „*Ein Lehmhaus braucht gute Stiefel und einen guten Hut*“.

Wärmeisolation und Brandverhalten

Lehmwände funktionieren auch als Wärmespeicher und sind brandbeständig. Alle Materialien die von Lehm eingepackt sind, sind dadurch vor Brand sicher und konserviert. Beim Untermengen von organischen bzw. chemischen Zusätzen kann sich das Brandverhalten jedoch ändern. Die Wärmeisolation ist jedoch gemessen an unseren heutigen Normen nicht besonders gut. Man benötigt entweder eine sehr dicke Lehmwand von zirka einem Meter Breite, so wie es bei historischen Bauten zum Einsatz kam, oder muss die Wände mit einer zusätzlichen Dämmschicht versehen. Die unzureichenden k-Werte der Lehm-bauten stellen in unseren Breiten sicherlich ein Problem dar. Ein gutes Verhältnis von Wärmeisolation und Wärmespeicherung erzielt Lehm in

Kombination mit Hanf. Beispielsweise kann Hanf und Lehm als wärmedämmende Stampflehmwand in einer selbsttragenden Vorsatzschale, als Hanflehm Dämm-Unterputz oder als Hanf-Lehm-Steine in einer wärmedämmenden Vorsatzschale innen eingesetzt werden.¹⁹⁾

Naturrohstoff

Im Falle von Beschädigungen oder Verschmutzungen können Lehmbauteile sehr einfach und leicht ausgebessert werden, da Lehm wasserlöslich ist. Alle Teile können des Weiteren wieder verwendet werden. Es ist keine Entsorgung von Bauschutt nötig, sofern der Lehm im Reinzustand, d.h. ohne Zement oder anderen chemischen Zusätzen zum Einsatz kommt.

Genauso wie Lehm zahlreiche Vorteile zu bieten hat, muss man auch mit seinen spezifischen Eigenschaften umgehen lernen, die sich als Nachteile darstellen können. Fachgerecht verarbeitet kann man jedoch den meisten der Nachteile entgegen.

Verarbeitbarkeit und Trocknung

Ein bedeutender Punkt bei der Verarbeitung ist, dass es keine normierten Mischungsverhältnisse in Österreich gibt, die durch eine ÖNorm definiert wären. Daher braucht man Erfahrungswerte oder Zeit zum Experimentieren. Auch ohne Experimente hat man es beim Lehmbau mit einer arbeits- und zeitintensiven Bauweise zu tun, da je nach Technik mit langen Trockenzeiten zu rechnen ist und Instandhaltungsarbeiten durch die Wasserlöslichkeit des Materials stetig Zeit beanspruchen.

Da Lehm eine lange Trocknungsperiode benötigt, entstehen oft Schwindrisse im Material. Ein Grund dafür kann zu schnelles Austrocknen sein, zum Beispiel bei zu heißen Wetterverhältnissen. Das Material ist vor allem gegen die zerstörenden Einflüsse des Wetters empfindlich, da eindringendes Wasser die erodierende Wirkung zusätzlich begünstigt. Im Bauverfahren müssen die entstehenden Wände daher gut gegen Regen abgedichtet sein, sollten aber auch gegen pralle Sonne wegen der vorzeitigen Austrocknungsfahr geschützt werden. Weitere Faktoren die auf den Prozess einwirken sind zum Beispiel die Wandstärken, die Einbaufeuchte und die verwendete Lehmbautechnik.

Ein Bauteil gilt dann als trocken, wenn die Setzungen und Schwindungen weitgehend abgeschlossen sind und der Lehmteil seine Ausgleichsfeuchte erreicht hat. Schwindungen treten in unterschiedlichen Masstäben auf, die von der Zusammensetzung des Lehms abhängen. Nach DIN 18952 sind die verschiedenen Lehmqualitäten nach Längenschwindmaß eingeteilt, wobei ein Längsprüfungsverfahren der Lehmproben durchgeführt werden. Bei einem Trockenschwindmaß 8-20 Millimeter handelt es sich um sehr fetten Lehm, fetter Lehm schwindet 6-10 Millimeter, fast fetter Lehm um 4-7 Millimeter und um 2-5 Millimeter schwindet Magerlehm.²⁰⁾

Festigkeit

Lehm kann nur geringe Druck- und Zuglasten aufnehmen, mit Zugaben von Verfestigern oder mit geeigneten konstruktiven Maßnahmen kann dem jedoch gut entgegengewirkt werden.



Abb. 01.12: Probestücke aus dem Labor Lehm Ton Erde GmbH

²¹⁾Vgl. Dachverband Lehm e.V., Röhlen Ulrich, Volhard Franz: Lehm bau Regeln, 3. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2009

²²⁾Vgl. Minke Gernot: Handbuch Lehm bau – Baustoffkunde, Bautechniken, Lehmarchitektur, 7. Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2009

BEURTEILUNG DER LEHMQUALITÄT ^{21) 22)}

Um beurteilen zu können für welche Bauteile oder Bautechniken der vorhandene Lehm geeignet ist, kann man verschiedene Prüfungsmethoden anwenden. Neben den Laborprüfungen die genaue Kennwerte liefern, gibt es auch einfache Tests, die man ohne Geräte vorort auf der Baustelle ausführen kann. Ziel der Lehmprüfung ist, das Material mit seinen Bestandteilen und Eigenschaften einzuschätzen und sich ein Bild darüber zu machen, wie und ob man den Lehm für sein Bauvorhaben einsetzen kann.

Geruchstest

Um zu testen ob der Lehm viele organische Bestandteile enthält, kann man den Geruchstest anwenden. Reiner Lehm ist geruchsneutral, riecht er jedoch modrig, ist er verunreinigt.

Kugelformprobe

Die Kugelformprobe wird angewendet um die Bindekraft des Lehms zu testen. Dafür formt man aus dem erdfeuchten Lehm (Steine über 1cm sollten entfernt werden) eine Kugel mit einem Durchmesser von etwas fünf Zentimeter. Lässt sich der Lehm gut formen und behält auch im trockenen Zustand seine Form ist die Bindekraft optimal. Ein Zeichen für fetten Lehm ist es wenn der Lehm beim Formen an den Händen kleben bleibt, fällt er nach dem Trocknen leicht auseinander, ist der Lehm zu mager.

Kugelfallprobe

Aus nahezu trockenem Lehm formt man eine Kugel mit ca. 5cm Durchmesser. Der Lehm sollte so trocken sein, dass sich die Kugel gerade noch formen lässt. Danach lässt man die Kugel von zirka einem Meter Höhe auf festen Boden fallen. Zerbröseln die Kugel völlig ist der Lehm sehr sandhaltig also mager. Verwendung kann er allenfalls in Lehmmörtel finden, da seine Bindefähigkeit zu gering ist. Das Gegenteil zum Zerbröseln ist, wenn die Lehmkugel sich zu einem flachen Fladen verformt. Dann ist der Lehm sehr tonhaltig. Dieser fette Lehm muss für Baulehm abgemagert werden da seine Bindigkeit zu hoch ist. Die Proben, die leichte Risse aufweisen oder leicht zerfallen sind für die Herstellung von Stampflehm oder handgeformten Ziegeln zu verwenden.

Man kann für die Kugelfallprobe auch die getrockneten Kugeln aus der Kugelformprobe verwenden.

Schneideversuch

Feuchter Lehm wird zu einem Prüfkörper geformt und in der Mitte mit einem Messer halbiert. Wenn die Schnittfläche durch sandige

Abb. 01.13: Lehmkugeln aus verschiedenen Lehmqualitäten

Abb. 01.14: Kugelformprobe in Sopron



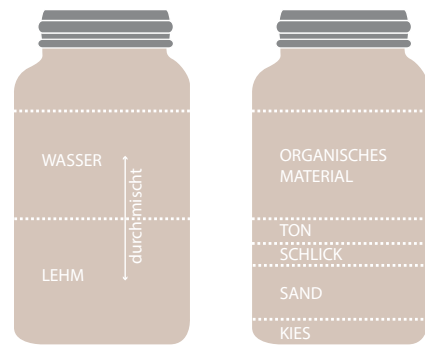


Abb. 01.15: Sedimentationstest mit Lehm aus Sopron (links) und Herzogenburg (rechts)
Abb. 01.16: Grafik der Funktionsweise des Sedimentationstest

Teile aufgeraut ist, sollte man mit der Messerklinge solange daraufdrücken bis eine glatte Fläche entsteht. Ist diese Fläche glänzend, deutet das auf einen sehr tonhaltigen Lehm hin, ist sie jedoch stumpf bis mattglänzend ist es schluffiger Lehm, der eine geringe Bindekraft aufweist.

Reibe- und Waschtest

Erdfeuchter Lehm wird zwischen den Handflächen verrieben. Ein körniges Gefühl weist auf einen sandhaltigen Lehm hin. Schluffiger Lehm klebt etwas auf der Handfläche lässt sich aber nach dem Trocknen leicht abreiben und der Rest lässt sich mit Wasser leicht entfernen. Fetter Lehm hingegen lässt sich von der Handfläche nicht abreiben, fühlt sich seifig an und lässt sich erst nach längerer Zeit abspülen.

Sedimentationstest

Die Sedimentation von Lehm wird durchgeführt, um die Aufteilung des Lehms in Fein- und Grobbestandteile zu erhalten. Steine und Kies sind schnell spür- oder sichtbar, aber im Bereich des vermischten Sandes unterscheidet man grobsandig von 0,2mm bis 2mm, feinsandig von 0,2mm bis kaum mehr fühlbar und schluffig.

Lehm wird in einem Glas mit viel Wasser angesetzt und vermischt. Die groben Partikel setzen sich viel schneller ab als die feinen des Schluffs und Tons. Nach ein paar Tagen werden mehrere Schichten des Lehms optisch erkennbar.

Der Sedimentationstest nach CRATERre liefert jedoch nur eine ungefähre Bestimmung des Mineralgerüsts und man kann durch die optische Volumensverteilung nicht auf die tatsächliche Massen-

verteilung im Lehm schließen, dies bewies ein Versuch der die Werte des Sedimentationstests den Laborwerten gegenüberstellte.²³⁾

Anhand zwei verschiedener Lehme, entnommen aus dem ehemaligen Ziegelwerk nahe Sopron und aus Herzogenburg/NÖ habe ich den Test nachgestellt. Das Ergebnis zeigt, dass der Lehm aus Ungarn etwas stärker mit organischen Material verunreinigt ist als jener aus Niederösterreich. Die Lehmprobe aus Ungarn weist einen höheren Tonanteil von zirka 30-40 Prozent auf. Der Tonanteil bei dem Lehm aus Herzogenburg, liegt bei ungefähr 10-15 Prozent. Weiters kann man erkennen, dass die Bestandteile des Lehms aus Niederösterreich, im Gegensatz zu der ungarischen Lehmprobe, zum Großteil aus einem recht groben Sandanteil bestehen.

Alleinig der Sedimentationstest liefert dennoch kein eindeutiges Ergebnis und sollte daher in Kombination mit anderen Untersuchungen angewendet werden, um die Lehmqualitäten eindeutig festzulegen.

Kohäsionstest

Die Feuchte des Lehms muss vor dem Test bestimmt werden und soll gerade so feucht sein, dass man aus dem Lehm einen 3mm dicken Faden formen kann.

Man nimmt den feuchten Lehm und formt ein Band mit 20mm Breite und 6mm Dicke. Die Dicke und Breite des Bandes sollte sehr genau und durchgängig sein, da das Ergebnis sonst verfälscht werden kann. Nun lässt man das Band seitlich der Handfläche nach unten hinunter. Beträgt die frei hängende Länge des Bandes bevor es bricht mehr als 30cm, so ist der Lehm sehr tonhaltig und sollte als Baulehm abgemagert werden. Reißt es jedoch schon nach einigen Zentimetern so ist der Lehm sehr mager.

Schlammprobe

Die Schlammprobe ist bei Techniken wie dem Leichtlehm oder der Ziegelherstellung wichtig, da sie den Arbeitsaufwand und Arbeitsrhythmus bestimmt. Eine Hand voll Lehm wird dazu in eine Schüssel mit Wasser gerührt. Lösen sich Lehmklumpen auch nach ausreichen ziehen lassen und gelegentlichem Rühren erst nach Stunden oder überhaupt nicht auf, muss der Lehm vor der Verarbeitung aufbereitet oder maschinell eingärtert werden. Magerer Lehm im krümeligen Zustand löst sich hingegen schnell auf.

02

LEHMBAU AUT/HUN

Die grundlegende Fragestellung dieses Kapitels beschäftigt sich damit, wie sich der Lehm- bau im Laufe der Geschichte in Österreich und Ungarn entwickelt hat und wie mit diesem historischen Erbe im jeweiligen Land umgegangen wird.

Welche Lehm- bauten sind noch erhalten und welche Sanierungs- maßnahmen können dazu beitragen, dass sie auch heute noch bewohnbar sind? Welche modernen Ansätze gibt es, die möglicherweise eine neue Ära des Lehm- baus in Österreich und Ungarn einläuten?

Abb. 02.1: Karte Österreich-Ungarn bis 1918



HISTORISCHE ENTWICKLUNG

Wo hat der Lehm aus seinen Ursprung?

Österreich

- NIEDERÖSTERREICH
vorallem im Weinviertel entlang der March
und am Wagram
- BURGENLAND

Ungarn

- KLEINE TIEFEBENE
begrenzt durch die Städte Bratislava,
Komárno, Tata, Pápa, Kőszeg und Sopron
- GROSSE TIEFEBENE
Ostteil von Ungarn mit Städten wie Szeged,
Debrecen, Győrűfü und Kecskemét

Tab. 02.1: Ursprung des Lehmbaus | Vergleich Österreich-Ungarn

Jahrhundertlang baute man mit dem Material Lehm, das aufgrund des natürlichen Vorkommens lange das einzig leistbare Baumaterial darstellte. Durch die geologischen Beschaffenheiten der Böden ist der Lehm aus in Ungarn weit verbreitet. In Österreich konzentriert sich der Lehm aus auf die Bundesländer Niederösterreich und das Burgenland als ehemaliges Westungarn. In Niederösterreich findet man die Lehm bauten aufgrund der landschaftlichen Gegebenheiten und dem Lehm vorkommen vor allem im Weinviertel, das durch die March durchflossen wird und somit Ablagerungen des Gesteins im Laufe der Geschichte begünstigt hat. Die Lehm quellen im Burgenland findet man vor allem an den Hügelhängen, die eine Nähe zu Wasser vorweisen. Die ersten Siedlungsplätze, wo Lehm hütten entstanden sind bis 5000 v. Chr. nachgewiesen. Der steinlosen Ackerboden, der sich gut für die Landwirtschaft eignet, privilegierte das Entstehen der Wohnstrukturen. In Ungarn unterscheidet man die kleine und die große Tiefebene, wo Lehm durch die Ablagerung von Sedimenten in einem Becken entstanden ist und sich daraus Lehm bauten etablieren konnten. Die kleine ungarische Tiefebene prägt jedoch der Steppen-Charakter, der sich vom Neusiedlersee aus verbreitet wohingegen die große ungarische Tiefebene um 1850 zum Sumpfgebiet zählte und dadurch statt für Ackerbau

nur für die Viehzucht geeignet war.²⁴⁾ Bereits in der Jungsteinzeit baute die Bevölkerung europaweit mit Lehm. Die nomadische Lebensweise ist aufgrund von Ackerbau und Viehzucht in sesshafte Wohngemeinschaften übergegangen.

Welche Bautechniken wurden eingesetzt?	
<p>Österreich</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> — Flechtwerkwände als Ausfüllmethode bei Fachwerkhäusern — gesatzter Bau bei landwirtschaftlichen Bauten wie dem Streckhof mit Scheune — luftgetrocknete Ziegel bei Presshäuser — gebrannte Ziegel bei Sakralbauten und Herrschaftshäuser — Putze und Fußböden aus Lehm 	<p>Ungarn</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> — massive Wandbautechniken wie Grassodenwände und Wellerlehm — Ausfachungen mittels Leichtlehm verlorene Schalungen aus Schilf oder Flechtwerk bei massiven Bauweisen und Ausfachungen — Putze mit Ornamenten oder Wandgemälden und Fußböden — Lehmziegel für ländliche Häuser

Tab. 02.2: Bautechniken | Vergleich Österreich-Ungarn

²⁴⁾Vgl. Beluszky Pál: Historische Geographie der Großen Ungarischen Tiefebene, Schenk, Passau, 2006

²⁵⁾Vgl. Podborsky Vladimir, Vedomil Vildomec: Pravek Znojemska (Urzeit der Region von Znaim), Musejni spolek, Brno, 1972

²⁶⁾Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm-bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 27

Grundsätzlich können hier zwei Arten von raumbildenden Maßnahmen aus Lehm unterschieden werden, die aus der Konstruktionsweise und der Verarbeitungskonsistenz des Lehms resultieren. Im historischen Kontext sind in Österreich vor allem Ausfülltechniken aus Lehm von besonderer Bedeutung. Die ersten Nachweise von lehmverputzen Lehmwänden sind aus dem Neolithikum und Äneolithikum nachgewiesen.²⁵⁾ Vor dem Spätmittelalter könnte die Lehm-Flechtwand sogar die vorherrschende Bauweise in Niederösterreich gewesen sein.²⁶⁾ Neben der Technik der Wandausfachung, existieren aus der damaligen Zeit auch Überlieferungen von nichttragenden Bauteilen wie Fußböden und Putze, die aus Lehm gestaltet wurden. Die in Österreich erhaltenen massiven Lehm-bauteile unterscheiden sich durch ihre Konstruktionsmethoden. Ein Punkt, den jedoch alle massiven Lehmbautechniken gemeinsam haben, bezieht sich auf die Errichtung von Schutzmaßnah-

men gegen Regen und Erosion im Rahmen eines wasserdichten Fundaments und einer Überdachung. Zusätzlich sind Maßnahmen von Bedeutung, die exponierte Wandteile vor Auswaschungen des Lehms schützen. Dies wurde durch regelmäßig erneuerte Kalkschichten gewährleistet, die heutzutage auch das typische Dorfbild vor allem im Burgenland und im Weinviertel prägen.

In Ungarn kommt als Baustoff vor allem naturgewachsenes, krummes Holz bzw. Weidenruten in Kombination mit Lehm zum Einsatz. Eine Besonderheit, die die Lehmbauten auszeichnet sind die ornamentalen Wandverzierungen oder Wandgemälde. Auch hier unterscheidet man, wie schon zuvor in Österreich dargestellt, zwischen der Bauweise, die Lehm als Bewurf oder als Füllmaterial verwenden und der massiven Lehmbauweise. Die Letztere zählt im pannonischen Raum²⁷⁾ als junge Bauweise, die das Holz seit der zweiten Hälfte des 19. Jhdts. verdrängt hatte.²⁸⁾

Materialvorkommen	
<p>Österreich</p> <ul style="list-style-type: none"> — Holz — Lösslehm — Weiden und Äste — Stein — Schilf 	<p>Ungarn</p> <ul style="list-style-type: none"> — Holz — Lösslehm — Weiden und Äste — Stein — Schilf

²⁷⁾ Der Pannonische Raum ist ein ausgedehntes Tiefland und umfasst den größten Teil Ungarns, das nördliche Burgenland, den Rand des Wiener Beckens, die südlichen Tiefländer der Slowakei, den Westen Rumäniens, den Norden Serbiens, den Nordosten Kroatiens und den äußersten Westen der Ukraine. (Rajko Bratoz: Pannonien. In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde (RGA). 2. Auflage. Band 22, Walter de Gruyter, Berlin/New York, 2003)

²⁸⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm-bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014

Tab. 02.3: Materialvorkommen | Vergleich Österreich-Ungarn

Für die damaligen Dorfstrukturen wurden in Österreich sowie in Ungarn vor allem Materialien wie Holz, Stein und Lehm verwendet. Eine Voraussetzung für den Einsatz von Lehm waren die öffentlich zugänglichen Lehmgruben, die vor allem in Niederösterreich in vielen kleinen Orten existierten und die für den Privatgebrauch verwendet werden konnten. Die Grundlage dafür, war die weite Verbreitung von Löss. Daher leitet sich auch der Name Lössland, wie das Wienviertel auch oft genannt wird, ab. Große Lössvorkommen befinden sich entlang der March und am Wagram im Südwesten. In

den steilen Bereichen wurden durch das Vorkommen von Löss oft Weinkeller angelegt, was das Landschaftsbild bis heute stark prägt. Die Presshäuser hingegen wurden aus luftgetrockneten Lössziegeln errichtet. Eine weiteren Grund zur Verbreitung des Lehmbaus in Niederösterreich stellt die Nähe zu Wien dar, da durch die städtische Verdichtung und die wirtschaftlichen Einflüsse die Nachfrage an Lehmziegeln gesteigert wurde.



Abb. 02.2: Lössvorkommen in Steilhängen
Abb. 02.3: Luftgetrocknete Lössziegeln

Tab. 02.4: Bauvorhaben | Vergleich Österreich-Ungarn

Was wurde aus Lehm gebaut?

Österreich

- Preßhäuser mit Keller
- Lagerbauten
- Wohnhäuser
- Herrschaftshäuser und Sakralbauten

Ungarn

- Wohnhäuser aller sozialer Schichten in Verbindung mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten
- Preßhäuser mit Keller
- Lehmhütten

Das Baumaterial wurde für tragende Mauern z.B. als Lehmputzenbau, der in Österreich als Wuzelmauerwerk bekannt ist, oder in Form einer Mischung der Weller- und Stampflehmtechnik, dem g'satzten Bau, eingesetzt. Im weiteren wurden mit dem entthobenen Lehm Ziegel produziert, die in luftgetrockneter Form verbaut wurden. Der Einsatz von gebrannten Lehmziegeln hingegen war auf öffentliche, repräsentative Bauten wie dem Sakralbau und auf Herrschaftshäuser beschränkt, da der Brennvorgang durch das

²⁹⁾ Vgl. <http://www.lehmbaukollektiv.ch/infos/BauenmitLehm.pdf>, 9.12.2014

³⁰⁾ Vgl. Waldstein Mella: Lehm- bau, von Wuzel- mauern und Hasenhaar, In: Schaufenster, Kultur. Region, Ausgabe Mai, 2014

benötigte Holz bzw. später Kohle zu den teuren Bauweisen gehörte. Anfang des 20. Jhd. flachte der Wandbau mit dem entnommenen Lehm aus den Lehmgruben ab, da moderne Materialien mit langlebigeren Eigenschaften vermehrt zum Einsatz kamen. Für kleinere Bauvorhaben, wie zum Beispiel der Innenverkleidung von Öfen, wird der Lehm allerdings immer noch verwendet.²⁹⁾

Im Pannonischen Raum reichen die Wurzeln der ersten Lehmbauten zurück bis in die Antike. Das gesamte Gebiet zeigt viele gemeinsame Züge, die durch ihre naturverbundene Lebensweise bedingt sind und den Häusern aller sozialer Schichten einen besonderen Charakter verleihen. Die Verwendung von Lehm im Marchfeld, sowie in Ungarn hat mehrere Gründe, einer dafür ist aber definitiv, dass ausreichend geeigneter Boden zur Verfügung steht, der im 18. Jahr-

hundert vermehrt genutzt wurde, da sich die Waldflächen verringert haben. Zu Beginn des 20. Jhdts. lebten noch mehr als 80% der Dorfbevölkerung Ungarns in Lehmbauten und definierten so die Materialien Holz und Lehm bis in die Gegenwart als die wichtigsten Baumaterialien der Dorfstrukturen. Vor allem in ländlichen Bereichen existieren noch heute zahlreiche Lehmbauten, die in traditioneller Weise instand gehalten werden. Eine spezielle ungarische Bautechnik stellt die Grassodenwand dar, die bei armen Familien zum Einsatz kam. Dafür wurden in den feuchten Gebieten Ungarns, der großen ungarischen Tiefebene, Grasziegel ausgestochen und mit der Grünseite nach unten wie bei einem Ziegelmauerwerk aufgeschichtet.³⁰⁾ Hauptsächlich wurden für den Erbau von ländlichen Häusern in Ungarn jedoch ungebrannte Lehmziegel verwendet.

Tab. 02.5: Wohnformen | Vergleich Österreich-Ungarn

³¹⁾ Vgl. Mayer Vera: Burgenland, Bau- und Wohnkultur im Wandel, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1993

³²⁾ Vgl. Messerer Marianne: Die Unterschichten der ländlichen Bevölkerung mit Beispielen aus dem Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, Diplomarbeit, Wien, 2008

³³⁾ Vgl. Deli Sándor, Dobosy Anna, Fehér Judit, Hernyák László, Holcsek Eszter, Horváthy Judit, Jékely Berta, Pataky Emöke, Sisa Béla, Zsanda Zsolt: Network of rural heritage buildings of Hungary, Solong Print, Budapest, 2000

Charakteristika typischer Wohnformen ^{31) 32) 33)}

Österreich

Niederösterreich

- Grundriss
- Aufteilung in ‚Trettn‘, Kochraum, Wohnstube, Schlafstube, Stall und Hof
- zentrale Feuerstelle in Rauchküche
- multifunktionale Nutzung der Wohnstube
- Landwirtschaft und Hausacker angrenzend an Gehöft

Burgenland

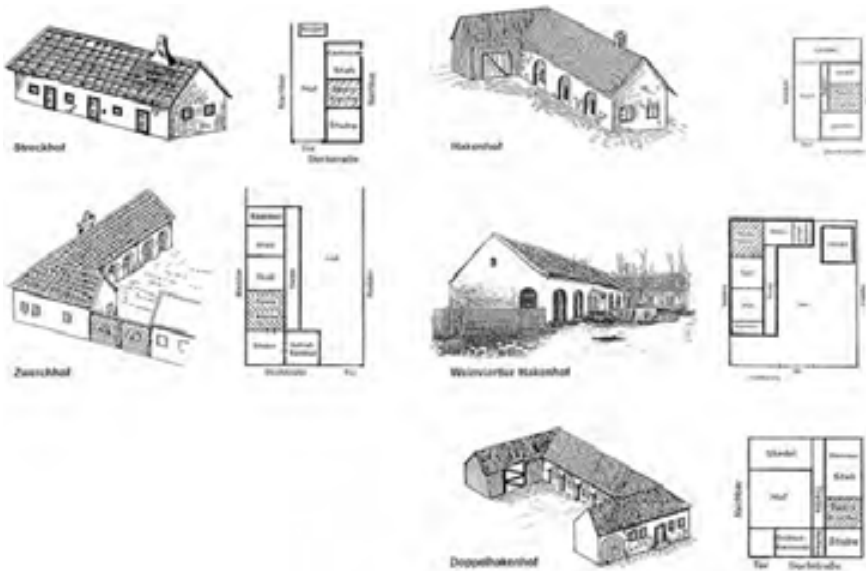
- Grundriss
- Aufteilung in Flur, Stube, Kammer, Stall
- zentrale Feuerstelle in Stube oder Flur
- multifunktionale Nutzung der Räume: schlafen, essen, kochen, aufenthalten
- Bautechnik
- Blockbau mit Lehmewurf und Lehm-boden

Ungarn

- Grundriss
- Raum-Küche-Raum
- Nutzungsmischung der Häuser
- Wohnen und Produktion (z.B. Preßhäuser in der Weingegend)
- Bautechnik
- Adobe und Ziegel; Holz- und Lehm-mischbauweise

Zu einer der gängigsten volkstümlichen Wohntypologien in Burgenland zählte die sogenannte Rauchstube, dessen Grundriss sich im Wesentlichen durch die Platzierung der Feuerstelle, die das wichtigste Element für Wohnhäuser darstellte, definiert. Die Feuerstelle befand sich in den meisten Formen des Bauernhauses in der Stube, die viele Funktionen wie kochen, aufenthalten und schlafen miteinander verbindet. Die Stube war mit nur wenigen, kleinen Fenstern ausgestattet und hatte keinen Rauchfang, wodurch der Rauch des Ofens nicht komplett abziehen konnte und so einen Rußfilm auf den Wänden hinterließ. Weitere Räume wie der Flur, die Kammer und der Stall waren unbeheizt. Sie wurden jedoch auch als Schlafplätze genutzt, da früher oft bis zu vier Familien in einem Haus wohnten, jedoch nur der Hausherr seinen Schlafplatz in der Stube ansiedeln durfte. Der Flur galt als der Eingangsbereich und die Kammer wurde zur Lagerung von Haushaltswaren und als weiterer Schlafplatz genutzt. Es gab auch Formen des Bauernhauses, die den Ofen im Flur angesied-

Abb. 02.4: typische Hofformen im Weinviertel



let haben um die Stube rauchfrei zu halten und einen besseren Abzug des Rauches zu gewährleisten. Im Laufe der Zeit gliederte sich die Stube in Vorder- und Hinterstube und führte weiters zu der Umnutzung der Kammer als Hinterstube, die unbeheizt jedoch die selben Funktionen wie die Kammer darstellt. Die einzige Änderung stellt sich im Grundriss dar und in der Größe der Häuser. Nach dem zweiten Weltkrieg nahm der Trend zu getrennten Wohn- und Schlafräumen zu, was die Umnutzung der Stube in ein Schlafzimmer und den Flur zur Küche zur Folge hatte. Viele der Häuser wurden in Blockbauweise mit einem Lehmverputz und einen Lehm Boden errichtet. In Niederösterreich siedelten sich die Gehöfte entlang von Straßen und Flüssen an prägten durch ihre unterschiedlichen Hofformen das Ortsbild. Die Gehöfte waren straßenseitig ori-

entiert und standen dicht nebeneinander. Danach folgte der Hof und der Hausgarten, die Scheune und anschließend der Hausacker. Die Ausrichtung der Gehöfte orientierte sich an den Himmelsrichtungen und den Witterungsbedingungen. Die Wettersteite war daher zu den Nachbargebäuden ausgerichtet, der Hof, der Wohntrakt und die Scheune waren südlich und östlich orientiert. Der Wohntrakt beinhaltet den Kochraum mit Rauchküche, die Wohnstube als Essraum, Arbeits- und Aufenthaltsraum und der unbeheizten Schlafstube. Der direkt an die Wohnräume anschließender Stall bot den Vorteil, dass durch die Nähe zusätzliche Wärme für und durch den Stall entstehen konnte. Je nach Anordnung des Hofes, des Wohntraktes und des Stalls ergeben sich zahlreiche Hofformen. Der Zwerchhof stellt allerdings die häufigste Hofform

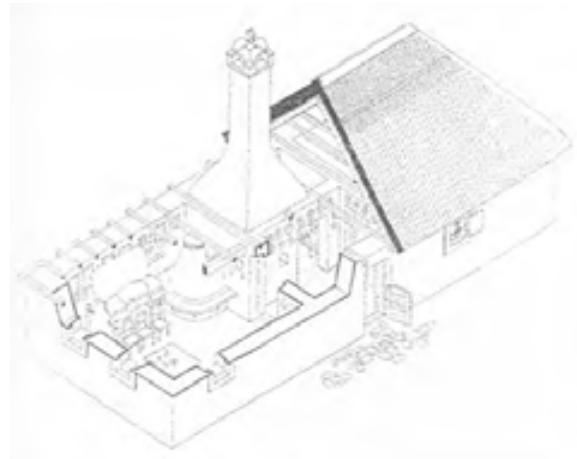
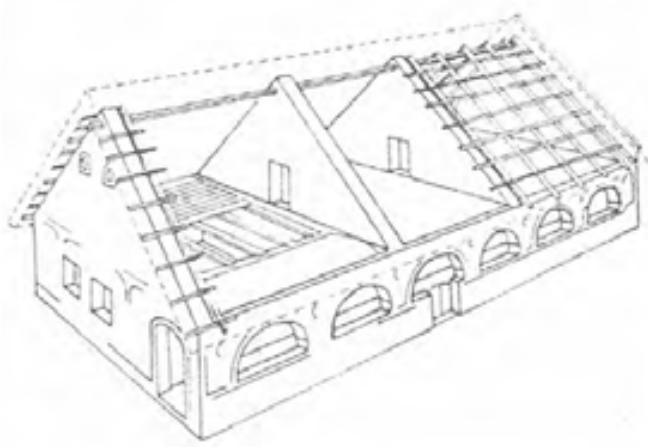


Abb. 02.5: Wohnhaus in Dunántúl, Ungarn
Abb. 02.6: Wohnhaus in Ungarn um 1940 mit
Rauchfang und Raum-Küche-Raum Aufteilung

im Weinviertel dar. Eine weitere für das Weinviertel bekannte Haustypologie stellen die Keller und Preßhäuser dar, die am Ortsende der Siedlungen die Kellergassen formten. Diese galten jedoch als reine Wirtschafts- und Speicherbauten.

In Ungarn treffen alle Charakteristika, die die österreichischen Gehöfte kennzeichnen gleichermaßen zu. Die Nutzung der Bauernhäuser zeigt jedoch auch vielfach eine Verbindung der Preßhäuser und Keller mit dem Wohngebäude und somit eine Nutzungsmischung auf. Weiters unterscheidet sich die Raumaufteilung, wobei das zentrale Element des Ofens bestehen bleibt, indem die Küche zwischen zwei Räumen angeordnet ist. Der Abzug der Küche funktioniert über einen Rauchfang der über den Dachstuhl nach oben hin entlüftet wird. In Hinblick auf die Lagerung schafften einige Häuser Platz im Dachraum,

indem eine Zwischendecke eingezogen wurde und somit das Erdgeschoß mehr Platz für den Wohnraum und die anschließenden Arbeitsräume aufwies.

FAZIT

Die historische Entwicklung der Lehmbauten in Österreich und Ungarn kann annähernd gleichgestellt werden, da Gemeinsamkeiten in Bezug auf die Ablagerung der Sedimente, die klimatischen Bedingungen und die Verfügbarkeit von Baumaterialien wie Holz und Stein gegeben sind.

Unterschiede kann man erst im Umgang mit den historischen Bauten feststellen. In Österreich ist der Altbestand fast völlig verschwunden und der Lehmbau droht somit komplett zu verschwinden. Durch die Ökologiebewegung schafft man es erst langsam wieder, das Material Lehm in ein gutes Licht zu rücken. In Ungarn hingegen sind



Abb. 02.7: Lehm- und Holzbau in Gyűrűfű

Lehm und Holz bis in die Gegenwart die wichtigsten Materialien für die Dorfarchitektur. Der Lehm- und Holzbau verdrängte sogar im 20. Jhd. den Holzbau, sodass auch heute noch zahlreiche Altbestände erhalten sind. Dadurch wurde das Wissen um die Bautechniken auch stets weitergegeben und ging dadurch nicht verloren. Die Techniken werden sogar weiterhin angewendet, wie es beispielsweise die originalgetreuen Kopien im Freilichtmuseum Szentendre aufzeigen.

ZUKUNFTSAUSBLICK

Ein Aufleben der ökologischen Bauweise mit Lehm fand erneut, nach temporärem Einsatz nach dem zweiten Weltkrieg und der Weltwirtschaftskrise, in den 70er Jahren statt. Durch die Ölkrise und das steigende Umweltbewusstsein der Bevölkerung gelang dem Lehm ein weiterer Aufschwung als Baumaterial, der zum Teil bis heute anhält. Auch bei den Neubauten erfreuen sich Lehmbaumethoden wieder größerer Beliebtheit. Neue Methoden lösen häufig traditionelle Lehmbaumethoden ab, da sie durch ihre Weiterentwicklung bessere Eigenschaften, wie Langlebigkeit im Bezug auf die klimatischen Verhältnisse, aufweisen können. Zu diesen weiterentwickelten Lehmbaumethoden gehören vor allem die Lehmsteine, die durch automatische Pressen in unterschiedlichen Zusammensetzungen hergestellt werden. Unter anderem werden Ziegel mit Zementzuschlag hergestellt um eine stabilisierende Wirkung zu erreichen, oder sie werden in gelochter Form aus einer Strohlehmmischung produziert um eine bessere Wärmedämmung zu erzielen. Auf diesem Gebiet wurden zahlreiche



Abb. 02.8: Stampflehmwand im Ökodorf Gyűrűfű

³⁴⁾ Vgl. http://belsoudvar.hu/wg_2005_sommer.pdf, 30.11.2014

technologische Innovationen getätigt. So wurden zum Beispiel Maschinen konzipiert, die pro Tag 1200-5000 Stück Ziegel produzieren können.³⁴⁾

Einen weiteren Faktor, den man in Bezug auf Neubauten aus Lehm in Ungarn beobachten kann, ist die Verbreitung des ökologischen und umweltschonenden Gedankens beim Bauen. In den letzten drei Jahren hat sich die Thematik aufgrund eines Umdenkens in der Gesellschaft stark etabliert. Verschiedene Organisationen wurden gegründet und deren Aktivitäten in Zeitschriften, Publikationen und auf Websites publiziert. Die Umweltschutzorganisationen verdoppelten sich in den Jahren zwischen 1993 und 2003 und deren Budget wuchs um das 26-fache an, wodurch auch mehr Geld in die Entwicklung von umweltschonender Bauweise und deren Vermarktung floss.³⁴⁾ Verstärkt wird der Gedanke der umweltschonenden Bauweise durch positive gebaute Beispiele, die der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Im ökologischen Dorf Gyűrűfű, das sich Nahe Kaposvár in der ungarischen Tiefebene befindet, gibt es noch traditionelle, handwerkliche Lehmbaumethoden, die der Bevölkerung mit Hilfe von Workshops, die durch die Dorfbewohner organisiert werden, näher gebracht werden. In Gyűrűfű findet man ein Beispiel für eine Stampflehmwand und Ziegel werden im handgefertigten Patzverfahren produziert.

UMGANG IN DER GEGENWART

Mit dem steigenden Interesse erneuerbare und nachhaltige Ressourcen wieder vermehrt in die Architektur mit einzubeziehen wird dem Lehm bau heute wieder vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Bei der Bevölkerung, vor allem den jungen Leuten, kommt es generell zu einem Umdenken und einer besonderen Wertschätzung des Erbes, das ihre Vorfahren hinterlassen haben. Werte wie Tradition, Umweltbewusstsein und Gesundheit werden wieder groß geschrieben und fördern eine Auseinandersetzung mit den bestehenden Lehm bauten, da diese all die Werte vermitteln. Nach wie vor handelt es sich jedoch beim Erhalt von Traditionsbauten aus Lehm eher um Einzelfälle.

Unter der Voraussetzung, dass Lehm bauten als traditionelle, zu erhaltende Bauwerke wieder mehr geschätzt werden, gibt es verschiedene Methoden mit diesen Bauten umzugehen. Im Folgenden unterscheidet ich zwischen erhaltenden Maßnahmen, erneuernden Maßnahmen, die eine Neunutzung und Sanierung in Betracht ziehen, und modernen Techniken, die sich oft einer mit Lehm kombinierenden Mischbauweise bedienen.

ERHALTUNG VON LEHMBAUTEN

Der Erhalt oder die Instandhaltung von Lehmbauten ist mit mehreren Problematiken verbunden. Einerseits gibt es dem Vernehmen nach viele Besitzer, die die Häuser übernommen haben, aber nicht wissen, dass sie in einem Lehmhaus wohnen. Da die Wände im Laufe der Zeit oft mit herkömmlichen Zementputzen versehen wurden, muss man, um das dahinterliegende Mauerwerk zu entdecken, erst auf Forschungsreise gehen. Aufgrund dieser Unwissenheit werden die Lehmbauten durch Materialien ergänzt, die die Qualitäten des Lehms vermindern und was zu beträchtlichen Schäden führen kann. Lehm ist ein formbares Naturmaterial, das mit allen natürlichen Materialien wie Holz, Stein und Stroh kombinierbar ist. Fügt man jedoch industrialisierte Materialien wie Zement hinzu, kann dies zu Rissbildungen und einer eingeschränkten Wohnqualität führen.

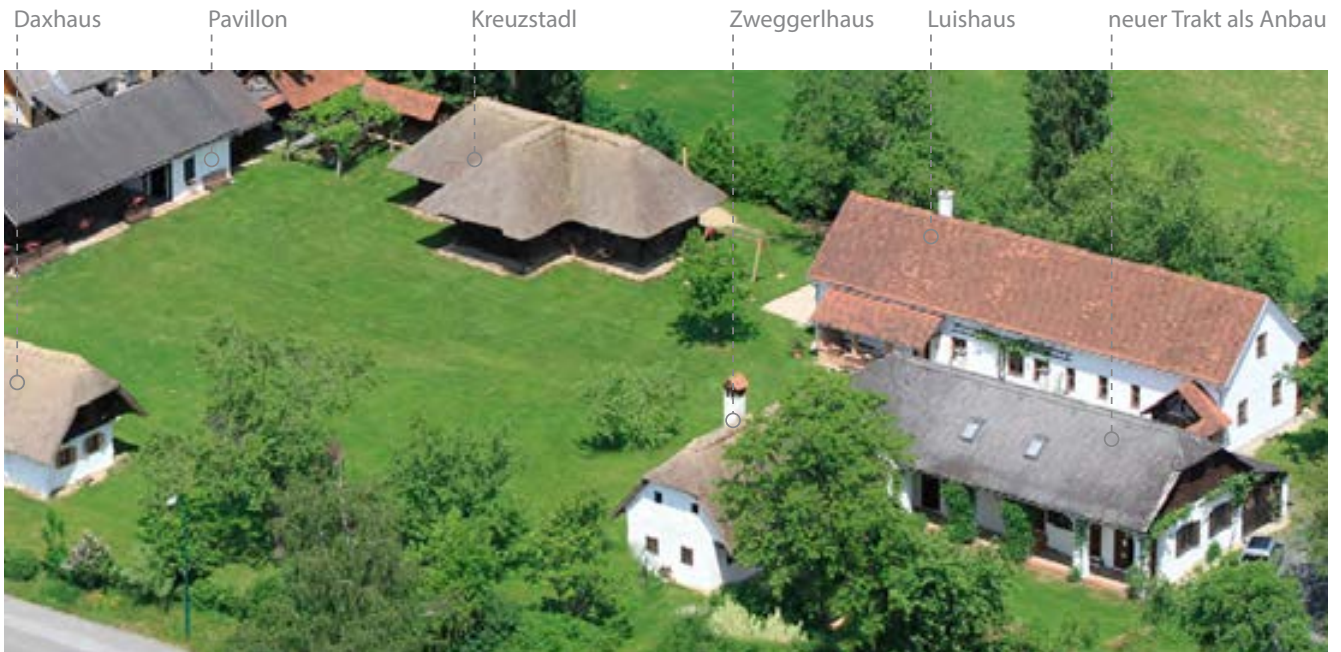
Ein weiterer Faktor, der die fehlenden Erhaltungsmaßnahmen der Lehmbauten beeinflusst ist jener, dass die Besitzer das Material oft als minderwertig betrachten, neue Baumaterialien bevorzugen und daher keine Energie in die Instandsetzung oder Erhaltung stecken möchten. Hierfür müssen die Besitzer über die Möglichkeiten und die Vorteile informiert werden, welche die Sanierung



Abb. 02.9: erhaltenes Lehmhaus in Patzenthal,
NÖ

eines Lehmbaus, zum Beispiel in Hinblick auf die raumklimatischen oder auch ästhetischen Aspekte, bringen kann.

Das Wissen über die Anwendung von historischen Baumethoden wurde als Handwerkskunst meist nur mündlich an die nächsten Generationen weitergegeben, weshalb auch die Erkenntnisse über die Jahre verloren gingen. Auch die Lehmgruben, aus denen der Lehm entnommen werden konnte, sind längst zugewachsen oder vergessen. Ansätze, um das Wissen weiterzugeben und neu zu erforschen, gibt es seitdem man sich um die spärlich weitergegebenen Informationen bewusst ist. Beispielsweise fördern einige Freilichtmuseen den Erhalt von Lehmbauten und vermitteln dadurch, einer breiten Bevölkerungsschicht die Vorteile des Einsatzes und die möglichen Verarbeitungsmethoden von Lehm.



MUSEUMSKONZEPTE ³⁵⁾

In den Freilichtmuseen werden verschiedene Konzepte umgesetzt, die die Erhaltung von Lehmbauten und die Überlieferung des damit verbundenen Wissens fördern. Die Konzepte der Erhaltung unterscheiden sich je nach Definition. Folgende Begriffe helfen bei der Unterscheidung:

Originalbau ³⁶⁾

Die Darstellung eines Originalbaus kann nur durch museale Widmung am Originalstandort erfolgen. Zur weiteren Erhaltung des Objektes sind nur geringe Eingriffe wie Konservierungsarbeiten oder kleine Wartungsarbeiten, die die Originalsubstanz nicht verändern, erlaubt. Das Künstlerdorf in Neumarkt an der Raab verkörpert das Konzept der Erhaltung von Originalbauten am Besten. Eine Künstlergruppe unter der Leitung von Feri Zotter entdeckte Ende der sechziger Jahre, die idyllische Siedlungsgruppe und erkannte den Wert der alten Lehmbauten. So erlangten sie sogar für das Daxhaus, einen typischen Streckhof aus gesatztem Lehmmau-

Abb. 02.10: Übersicht der Atelierhäuser im Künstlerdorf Neumarkt an der Raab

³⁵⁾ Vgl. Soucek Jan: Bau der wissenschaftlichen Kopien von Lehmbauten im Freilichtmuseum „Museum des Dorfes Südostmähren“ in Straznice, In: Tagungsband Museumsdorf Niedersulz, Atzenbrugg, 2014, S. 46 ff.

³⁶⁾ Vgl. <http://www.neumarkt-raab.at/kuenstlerdorf-geschichte.html>, 13.12.2014

³⁷⁾ Vgl. Informationszentrum Raum und Bau der Fraunhofer-Gesellschaft (Hg.): Translozierung von Gebäuden, 2. erw. Auflage, Stuttgart, 1993

erwerk, Strohdach, Rauchküche und einen Außengang der auch als ‚Gräd’n‘ bezeichnet wurde, dessen Typus in Ungarn bereits für das Mittelalter nachgewiesen ist, eine Umwidmung zu einem Schutzobjekt laut Denkmalamt. Im Laufe der Jahre konnten weitere alte Bauernhäuser angekauft werden, und damit die Erhaltung dieser Objekte gewährleistet werden. Durch die Vermietung von Werkstätten, Veranstaltungsräumen und Unterkünfte konnte das Konzept weiter verfolgt und ausgebaut werden, um die schützenswerten Objekte zu erhalten. Beispielsweise wurde 1970 ein zweites Atelierhaus, das Zweggerlhaus, erworben, das sich wie auch das Daxhaus durch gesatzte Lehmwänden und ein Strohdach kennzeichnet. Originalbau bedeutet auch, dass gesamte Objekte ohne Auswechseln von Bauteilen, in ein Freilichtmuseum übertragen werden können. Dies kommt auch im Künstlerdorf Neumarkt an der Raab zur Anwendung, wie es am Beispiel des Holzpavillions deutlich wird, der ursprünglich in Großpetersdorf stand und eine Brettelarchitektur der Jahrhundertwende darstellt.

Translozierung

Bei einer Translozierung wird das Objekt dokumentiert, ganzheitlich abgebaut und auf einem neuen Standort, möglichst mit den originalen Teilen, wieder errichtet.³⁷⁾ Bei Lehmbauten erweist sich die Translozierung gegenüber Holz- oder Steinbauten, die man in Einzelteile aufgliedern kann, durch ihre Massivität der Wände als sehr schwierig bzw. widersprüchlich mit dem verbundenen Aufwand. Man muss sich neben der aufwändigen Methode der In-



Abb. 02.11: Lehmwand in seinem Originalzustand in einem Streckhof in Hörersdorf, Fußpunkt aus gebrannten Ziegel

Abb. 02.12: translozierte Lehmwand als Teil der Lehmausstellung im Museumsdorf Niedersulz



standhaltung auch darüber bewusst sein, dass zwar das bedeutende Bauwerk präsentiert werden kann, jedoch geht durch die Versetzung auch der historische Kontext zur Landschaft oder dem Siedlungsbild verloren.

Aufgrund des erhöhten Aufwands der Translokation eines gesamten Streckhofes aus Lehm-mauerwerk, hat sich beispielsweise das Museumsdorf Niedersulz für eine Teiltranslokation entschieden, um das Lehmbausystem dennoch in einem Museum ausstellen zu können. Es wurde eine Lehmziegelwand mit Lehmörtel, Lehmunterputz, Kalkdeckputz und einem Fundament aus gebrannten Lehmziegeln im Ausmaß von 1,20 Meter Breite, 1,80 Meter Höhe und einer Stärke von 40 Zentimeter aus einem ehemaligen Wohntrakts eines Streckhofes in Hörersdorf entnommen und im Lehmmuseum des Museumsdorf ausgestellt. Die Lehmziegelwand gibt Aufschluss über die traditionelle Verwendung von Lehm. Die feuchteempfindlichen Übergangsbereiche vom feuchten Boden in die Wand wurde mit gebrannten Ziegeln gelöst, die das Aufsteigen der Feuchtigkeit verhindern sollten und damit das feuchteempfindliche Lehmsteinmauerwerk intakt bleibt.³⁸⁾ Die Problematik bleibt jedoch auch bei einer Teiltranslokation bestehen, dass

³⁸⁾ Vgl. Jäger Bernd: Die Lehmwandübertragung ins Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, In: Lehm-bau - Tradition und Moderne: Symposium zur Vernetzung von tschechischen, österreichischen und weiteren Fachleuten, Weinviertler Museumsdorf Niedersulz GmbH, Atzenbrugg, 2014

Abb. 02.13: Straßenzug im Museumsdorf Niedersulz



trotz des damit verbundenen organisatorischen, zeitlichen und kostenintensiven Aufwands, das Originalobjekt in seiner Gebäudegesamtheit keiner Erhaltungs- oder Aufwertungsmaßnahmen widerfährt. Das Originalgebäude wird mitunter sogar zerstört, um eine Wand ausstellen zu können. Meiner Meinung nach, könnte man den Aufwand auch dahingehend investieren, um die Energie in die Erhaltung und Umwidmung des Originalobjekt zu stecken, um dieses außerhalb des musealen Areals, jedoch als Teil des Konzeptes, als Anlaufpunkt für Lehmbauinteressierte zu betrachten. Wenn mehrerer solcher Objekte in der Umgebung eingegliedert werden, könnte man damit eine breitere Bevölkerungsmasse ansprechen, ihnen aufzeigen, dass der Lehm-bau auch in der Zu-



14



15

Abb. 02.14: Übersicht Freilichtmuseum Szen-
tendre

Abb. 02.15: Beispiel einer originalen Kopie

³⁹⁾ Vgl. Jäger Bernd: Die Lehmwandübertragung ins Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, In: Lehm- bau - Tradition und Moderne: Symposium zur Vernetzung von tschechischen, österreichischen und weiteren Fachleuten, Weinviertler Museumsdorf Niedersulz GmbH, Atzenbrugg, 2014

⁴⁰⁾ Vgl. Soucek Jan: Bau der wissenschaftlichen Kopien von Lehmbauten im Freilichtmuseum „Museum des Dorfes Südostmähren“ in Straznice, In: Tagungsband Museumsdorf Niedersulz, Atzenbrugg, 2014, S. 46 ff.

kunft Tradition bewahrt und den ursprünglichen Kontexts des Gebäudes in der Umgebung erhalten. Neben der übertragenen Lehmwand, präsentiert das Museumsdorf Niedersulz vor allem nachgebaute Objekte, die sich der Kopie als Erhaltungsmethode bedienen:³⁹⁾

Kopie

Die Methode der Kopie gliedert sich in wissenschaftliche Teilkopie, bei der einzelne Elemente des Originals bei der Übertragung ausgetauscht werden und der wissenschaftlich vollständigen Kopie, die Objekte aus neuem Material jedoch mit der originalen Außengestaltung nachbildet. Das Original bleibt in letzterem Fall im ursprünglichen Terrain stehen und dient als Vorlage und Dokumentationsgrundlage.⁴⁰⁾ Im Fall des Museumsdorfs Niedersulz kam die wissenschaftlich vollständige Kopie zum Einsatz. Im Gegensatz dazu zeigt das ungarischen Freilichtmuseum in Szentendre, das 1967 gegründet wurde, dass auch Kopien aus den originalen Materialien und den traditionellen Bautechniken

nachgebaut werden können. 180 von insgesamt 400 Bauwerken sind aus Lehm.⁴¹⁾ Da die Lehmwände nicht im Original aufgrund von Kostenintensität übertragen werden konnten, entschied sich das Museum für einen Nachbau mit originalen Materialien und Techniken. Die Vorgehensweise ist daher im Vorraus definiert. Im ersten Schritt werden die Objekte genau untersucht und anhand von Bauaufnahmen dokumentiert. Auf Basis dieser Unterlagen wird ein Vorschlag für den Wiederaufbau des Objektes erstellt, der erst durch den Museumsvorstand freigegeben werden muss. Der Vorgang ist daher so wichtig, weil während des Wiederaufbauprozesses die Professionisten ohne spezielle Lehmausbildung mit lokalen Handwerkern, die mit den historischen Baumethoden vertraut sind, zusammen arbeiten müssen, um das Objekt originalgetreu darzustellen. Das Ziel des Museums ist es, nicht nur die traditionellen Bauweisen aufzuzeigen, sondern auch diejenigen mit Informationen zu unterstützen, die in einem Lehmhaus wohnen.

Rekonstruktion ^{42) 43)}

Eine Rekonstruktion ist ein anhand von Baudokumentationen nachgebautes Objekt, das meist zur Wiederherstellung von historischen Baudenkmalern verwendet wird.⁴⁴⁾ Für den Nachbau werden planliche, schriftliche und bildliche Quellen herangezogen, sowie möglich erhaltene Nebengebäude in dessen Ensemble das Objekt angesiedelt war. Es gibt verschiedene Arten der Rekonstruktion, unter anderem die experimentellen Nachbauten, so wie sie im Freilichtmuseum in Asparn an der Zaya unter dem Teilaspekt der experimentellen Archäologie, reproduziert wurden.⁴⁵⁾

Ein Beispiel einer Rekonstruktion aus dem Freilichtmuseum in

⁴¹⁾ Vgl. Zsuzsa Kovács, Zsolt Sári: Lehmarchitektur im ungarischen Freilichtmuseum Szentendre, In: Lehm bau - Tradition und Moderne, Kultur.Region.Niederösterreich GmbH, Atzenbrugg, 2014, S. 78

⁴²⁾ Vgl. Lobisser Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 146 ff.

⁴³⁾ Vgl. Pacher W. Matthias: Das archäologische Freigelände des Urgeschichtemuseums - als Träger moderner Wissensvermittlung und kulturhistorischer Relevanz, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 191

⁴⁴⁾ Vgl. Buttler v. Adrian, Dolf-Bonekämpfer Gabi, Falser Michael S., Hubel Achim, Mörsch Georg: Denkmalpflege statt Attrappenkult, Gegen die Rekonstruktion von Baudenkmalern - eine Anthologie, Birkhäuser Verlag, Basel, 2013, S. 109

⁴⁵⁾ Vgl. Lobisser Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 146 ff.

Abb. 02.16: Rohbau mit Pfetten, Pfosten, Rofen und Flechtwerkswänden

Abb. 02.17: Langhausmodell mit First-, Mittel- und Seitenpfosten und Pfettenhölzer auf Gabelpfosten oder Zapfenlöcher bei den Seitenpfosten

Abb. 02.18: Langhausmodell mit Rofenbäumen, die durch Überklauungen mit den Pfetten verbunden werden, Binderbalken und einigen Lattenreihen auf der linken Seite

Abb. 02.19: Lehmverputz der Flechtwerkswände aus Lößlehm mit Sand und Strohhäcksel

Abb. 02.20: Schilfdach: Schilfbündeln werden auf Latten festgebunden

Abb. 02.21: fertiges Langhaus; Türbereich in Mittelbereich der Seitenwand; dichte Pfostenstellung bei der wetterzugewandten Wandseite; verputzte Flechtwerkswand im vorderen Bereich; Schilfdach



19



16



17



18

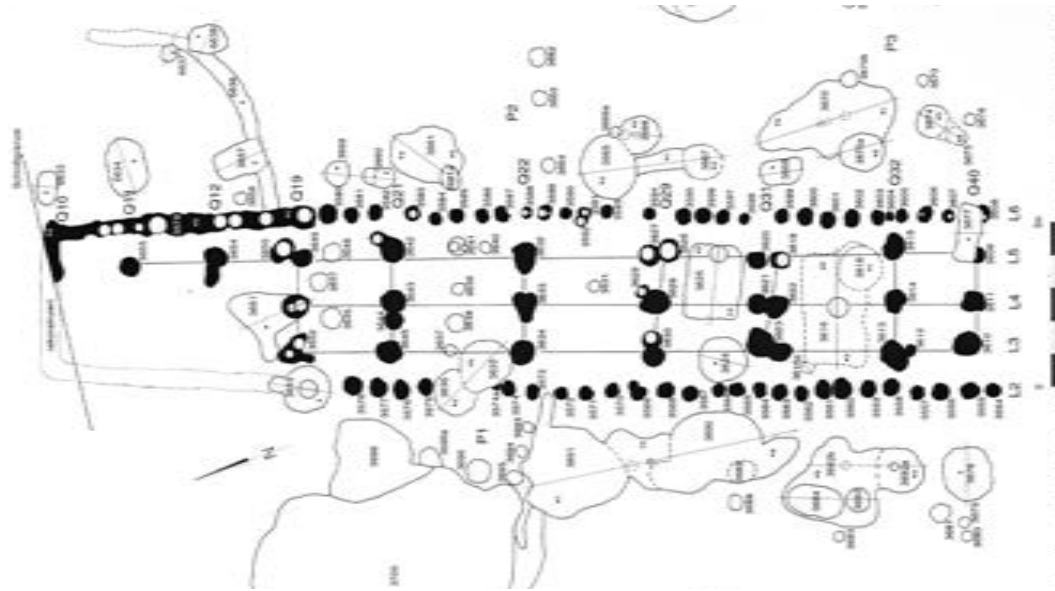


20



21

Abb. 02.22: Gesamtplan des Hausbefundes von Schwechat



⁴⁶⁾ Vgl. Lobisser Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 146 ff.

Asparn an der Zaya zeigt ein jungsteinzeitliches Langhaus, das streng genommen als Denkmodell im Maßstab 1:1 gesehen werden kann. Hierbei handelt es sich um einen linearbandkeramischen Großbau, der aus Holz errichtet wurde, dabei spielt Lehm als Füllmaterial der Flechtwände eine Rolle. Grundlage der Konstruktion stellt der archäologische Fund im Jahr 2001 dar, der im Schwechattal freigelegt wurde. Der Grundriss war nahezu erhalten, weshalb auch ein detaillierter Hausbefund auf Basis der Grabungsbefunde aufgestellt werden konnte. Dennoch bleibt ein Interpretationsspielraum vorhanden, der die Architektur in gewissen Punkten sowie die Inneneinrichtung der Räume idealisiert rekonstruiert. Das Langhaus in Pfostenbauweise, das bis zu 40 Meter Länge erreichen konnte, gehört zu einem Haustypus der mitteleuropäischen Urgeschichte, der sich aufgrund der Entstehung von dauerhaften Siedlungen und der anbauenden Wirtschaftsweise entwickelt hat. Die Kennzeichen des Langhauses ist die Dreiteilung des Grundrisses, der sowohl als Lagerfläche des Erwirtschafteten, als Wohnfläche für Familien und als Stall für die Tiere genutzt wurde. Das Verputzen der Wände sowie der komplette Aufbau des Hauses, erfolgte mit Hilfe traditioneller Methoden, in diesem Fall per Hand. Für die Lehmmischung wurde der vorhandene Lößlehm in getrocknetem Zustand verwendet. Dieser wurde gesiebt und mit Sand und Stroh vermengt, um Rissbildung zu vermeiden. Erst vollständig durchgemischt wurde die Mischung mit Wasser verbunden und nach einer kurzen Ruhepause auf die Flechtwände aufgebracht. Die Lehmwände wurden während des Trocknungsprozesses mehrfach nachträglich mittels Klopfhölzern verdichtet.⁴⁶⁾

Das Freilichtmuseum in Asparn an der Zaya rekonstruierte weiters den Typus des Grubenhauses aus der Hallstattzeit um 600 v. Chr.⁴⁷⁾

Der Bautypus des Grubenhauses definiert eine Bauweise, dessen Charakteristik die Vertiefung in den Erdboden darstellt. Die Gruben in rechteckiger, quadratischer oder runden Form mit meist abgerundeten Ecken, wurden dabei um durchschnittlich 80 Zentimeter vertieft in den Siedlungshorizont eingegraben und durch Dach- und Wandbaumassnahmen vor der Witterung geschützt.

Die Form und Größe der Grube ist dabei oft sehr unterschiedlich, sowie die Methode der Wand- und Dachverkleidungen.⁴⁸⁾

Das Grubenhaus definiert sich weiters durch die eingeschobige Bauweise und kann nicht mit Kellerbauten verglichen werden, da der Keller als Teil, einem ebenerdigen Gebäude zugeordnet ist.⁴⁹⁾

Die Bauweise ist keiner singulären Natur und wurde in zahlreichen Epochen, beginnend in früher Menschheitsgeschichte bis hin zur

Neuzeit und in unterschiedlichen Kulturkreisen als Bautypus verwendet. Die häufige Verwendung des Bautypes ist auf die zahlreichen Vorteile zurückzuführen die ein Grubenbau bietet: es sind

weniger architektonische Vorkenntnisse für den Erbau nötig und der Materialbedarf ist geringer als bei einem Objekt, das auf eben-

derdigen Grund aufgebaut wird. Aufgrund der leicht beschaff-

baren Baumaterialien konnte ein Grubenhaus sehr einfach und auch von der ländlichen Bevölkerung errichtet werden. Auch die

klimatischen Bedingungen sprechen für ein Grubenhaus, da er im Sommer die hohe Luftfeuchtigkeit im Raum hält und dadurch gute

Bedingungen zur Lagerung von Lebensmitteln schafft. Im Winter hingegen schützt die Vertiefung vor Wind und Kälte und schafft



Abb. 02.23: Überdachter Keller und Grubenhaus der jüngeren Eisenzeit im Freilichtmuseum Asparn an der Zaya

⁴⁷⁾Vgl. Lauer mann Ernst: Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya - Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, S. 29

⁴⁸⁾Vgl. Struwe Ruth: Erdhütte - Wohngrube - Grubenhaus. Ethnoarchäologisches zur Funktion eingetiefter Behausungen, „... trans Albim fluvium“. Forschungen zur vorrömischen, kaiserzeitlichen und mittelalterlichen Archäologie, Michael Meyer, Rahden/Westfalen, 2001, S.51

⁴⁹⁾Vgl. Lauer mann Ernst: Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya - Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, S. 29



Abb. 02.24: Befund eines Grubenhauses in Wien Unterlaa mit Stangenlöcher und Balkenabdrücken

Abb. 02.25: Grubenhütte in Rákosska, Ungarn



⁵⁰⁾ Vgl. Struwe Ruth: Erdhütte - Wohngrube - Grubenhäuser. Ethnoarchäologisches zur Funktion eingetiefter Behausungen, „... trans Albim fluvium“. Forschungen zur vorrömischen, kaiserzeitlichen und mittelalterlichen Archäologie, Michael Meyer, Rahden/Westfalen, 2001, S.51

⁵¹⁾ Vgl. Kaiser Katherina: Die mittel-La-Tène-zeitliche Siedlung von Michelndorf, Niederösterreich, FÖMat A18, Horn, 2008, S.12-17

durch die natürliche Erdwärme ein angenehmes Raumklima.⁵⁰⁾

Die Grubenhäuser entwickelten sich vor allem im Pannonischen Raum als Fortbestand von früheisenzeitlichen Traditionen. Beispielsweise entdeckte man diesen Bautypus in späteisenzeitlichen Siedlungen bei Traismauer, Zwentendorf oder in der näheren Umgebung von Wien. Die Grubenhäuser befinden sich hier meist in einer gruppierten Anordnung oder entlang der Straße, immer jedoch im Verband einer dörflichen Struktur, die allerdings im ländlichen Gebiet angesiedelt waren und nicht als städtische Siedlungen galten. Die freigelegten Grubenhäuser in diesem Gebiet weisen unterschiedliche Charakteristika auf. Beispielsweise gibt es Befunde von Grubenhäusern ohne Pfosten, die meisten jedoch wiesen eine Konstruktion mit zwei Firstpfosten auf. Auch eine Eingangssituation war nachweisbar, die nach Nord-Süd ausgerichtet war. Die Gruben weisen unterschiedliche Größen von 10 bis 20 Quadratmeter auf. Die Gruben wurden gerade abgestochen um die Nutzfläche optimal ausnutzen zu können, die Wände, die meist nur im Eingangsbereich eingesetzt wurden, bestanden aus Flechtwerk und Lehmverputz oder aus Blockbauweise und das Giebeldach, das oft auch bis zu dem Boden hinabreicht wurde mit Stroh gedeckt.⁵¹⁾ Auch in Ménföcsanak, nahe der Stadt Győr

⁵²⁾ Vgl. Szönyi Eszter T.: Römerzeitliche Altansässigsiedlung von Ménfőcsanak (Umgebung von Győr), Slovenska akademija znanosti in umetnosti, letnik 47, 1996, S.249ff

⁵³⁾ Vgl. Lauerer Ernst: Eine Siedlung der Hallstattkultur aus Unterparschenbrunn, Gemeinde Stierndorf, Niederösterreich, In: Archaeologia Austriaca 78, 1994, S. 127-217

⁵⁴⁾ Vgl. Lobisser Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013, S. 146 ff.

wurden römerzeitliche Siedlungen entdeckt, die zwischen dem ersten und zweiten Jahrhunderts bestanden haben. Hier fand man vor allem große Grubenhäuser mit gestampften Lehm- und Erdfußböden, einer Eingangskonstruktion, Giebelpfosten und weiteren Pfosten im Innenraum der Grube, die wohl zur Unterteilung des Innenraumes dienten. Es wurden auch zahlreiche Lehmmaterialien gefunden, die auf die Verfüllung der Wände mittels Lehmziegeln deuten. Weiters wurde in Ungarn eine quadratische und tiefere Variante des Grubenhauses nachgewiesen, das auch mit dem unterstützenden Fund von Resten eines Steinofens, auf die Nutzung des Hauses als Werkstätte hinweist.⁵²⁾

Zur Nutzung der Grubenhäuser kann keine eindeutige Aussage getroffen werden, es gibt allerdings Hinweise auf die Nutzung als Werkstätte und Arbeitsplatz für verschiedene Handwerkstätigkeiten wie beispielsweise die Töpferei. Sie erfüllen dabei nicht nur den einen Zweck, sondern wurden auch zum Wohnen benutzt. Eine ausschließliche Wohnnutzung der Gruben konnte ebenso nachgewiesen werden. Das Grubenhaus

ist ein vielseitiger Bautypus, bei dem noch einige Fragen und Probleme auf Grund der vielen mangelhaften Befundbeschreibungen offen bleiben. Deutlich wird aber, dass das Grubenhaus vor allem entlang des norischen und oberpannonischen Donaulimes einen hohen Stellenwert innerhalb des Siedlungsbildes einnahm.

In Asparn an der Zaya wurde ein Grubenhaus einer Freilandsiedlung aus Unterparschenbrunn in den Jahren 1982 bis 1986 auf Basis von Befunden und Ausgrabungen, im Freilichtmuseum rekonstruiert. 1993 wurde das Grubenhaus in einem ersten Modell aufgebaut, wobei der annähernd quadratische Grundriss mit Maßen von 3,6x3,4 Meter, die Position der Pfosten durch die nachgewiesenen Pfostenlöcher, eine schmale Rampe und die ursprüngliche Tiefe der Lößwand von 1,95 Meter übernommen wurde.⁵³⁾ Die Konstruktionsmethoden unterschied sich jedoch auf Grund der unterschiedlichen Bodenqualitäten, beispielsweise wurde die Lößwand als Aushub mit Ziegelverschalung und Lehmewurf nachgebildet.⁵⁴⁾

SANIERUNG VON LEHMBAUTEN

Sanierungs- und Umbauarbeiten an einem Lehmhaus sind oft mit geänderten Ansprüchen an die Wohnqualität verbunden, da die meisten Lehmhäuser vor 200 Jahren errichtet wurden und die damaligen Bedürfnisse widerspiegeln. Dies bedeutet, dass die Wohnräume zur Straße orientiert sind, dass aufgrund weniger und kleiner Fenster mit geringem Lichteinfall zu rechnen ist und dass bedingt durch die damalige Körpergröße, geringere Deckenhöhen erforderlich waren. Beachtet man jedoch einige Grundsätze kann man durch die Sanierung ein Objekt erhalten, das durch geschichtsträchtige Architektur und einem einzigartigen, ästhetischen Wert besticht.

Mängelbehebung ⁵⁵⁾

Die meisten Schäden von Lehmbauten sind auf die fehlende Instandhaltung zurückzuführen. Die Objekte wurden oft verlassen oder ihrem Verfall überlassen, da sich die damaligen Bewohner nicht über die Qualitäten bewusst waren. In der Gegenwart engagiert sich die Bevölkerung allerdings immer mehr und die alten Gehöfte erfreuen sich vor allem als Wochenendhäuser immer größerer Beliebtheit. Die baulichen Schäden, die durch die fehlende oder falsche Instandhaltung des Hauses entstanden sind, müssen jedoch vorerst statisch gesichert und überprüft werden. Da Lehm eine geringe Zug- und Druckfestigkeit aufweist, kann es durch die aufsteigende Feuchte dazu führen, dass sich Risse bilden, die statische Auswirkungen haben. Weiters sind auch Dachausbauten oder die Erneuerung des Dachstuhls und das dabei entstehende erhöhte Gewicht ein häufiger Grund für Rissbildungen. Der Initiator, wie

⁵⁵⁾ Vgl. Schröder Horst: Lehm bau, Mit Lehm Ökologisch planen und bauen, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010

⁵⁶⁾ Vgl. Röhlen Ulrich, Ziegert Christof: Lehm-
bau-Praxis, Planung und Ausführung, 2.,
vollständig überarbeitete Auflage, Beuth Verlag,
Berlin, 2014

oben erwähnt, ist dabei die aufsteigende Feuchte aus dem Boden in das Mauerwerk. Dies ist häufig darauf zurückzuführen, dass sich das Bodenniveau im Laufe der Jahre erhöht hat oder möglicherweise die Ausführung des Fundaments und der Abdichtung schon zu Zeiten der Erbauung schlecht oder nicht ausreichend ausgeführt wurden.

Umbau ⁵⁶⁾

Zu den häufigsten Sanierungsmaßnahmen zählt der Einbau von Wasser- und Stromleitungen oder die Erneuerung dieser. Die meisten Lehmbauten wurden zu Zeiten der Erbauung nicht an das Stromnetz angeschlossen, was heute eine der Voraussetzungen für bewohnbares Haus darstellt. Sanitärräume werden eingebaut und die Wohnräume neu orientiert. Die Wohnräume historischer Gehöfte waren meist zur Straße hin orientiert. Die heutige Anordnung der Wohnräume orientiert sich nach der Sonne beziehungsweise an der Zuordnung von Freibereichen im ruhigen Innenhof. Dafür werden oft die nicht mehr benötigten Stallräume umgewidmet und erneuert.

Generell kann von der Vertiefung des Bodenniveaus unter die Gründungsfuge und dem Abriss von Lehmwänden die statische Lasten übernehmen abgeraten werden, da diese oft erhebliche Schäden zur Folge haben können. Zudem sollte man zementgebundenen Mörtel vermeiden und auf Materialien zurückgreifen, die bereits während der Erbauung genutzt wurden. Ungeeignet ist beispielsweise auch der Einbau von Kunststofffenstern, da diese gegen die natürliche Feuchteregulierung im Raum wirken.

Beispiel einer gelungenen Sanierung anhand eines Lehmhauses in Mitterretzbach/NÖ ^{57) 58)}

Das Einfamilienhaus in Mitterretzbach wurde im 18. Jhd. erbaut und stellt einen vollständigen Lehm- bau dar. Nachdem es durch ein Ehepaar gekauft wurde, das es an den Wochenenden als Wohnhaus nutzen wollten, wurde es von 2007 bis 2010 durch den Architekten Mag. Andi Breuss aufwändig saniert. Dabei wurde das Grundriss- konzept an die heutigen Nutzungswünsche angepasst, die vorhandenen Gegebenheiten und der Altbestand aber erhalten und besonderer Wert darauf gelegt, vorhandene Ressourcen sowie Abbruchmaterial wieder zu verwenden. Voraussetzung für eine fachgerechte Sanierung von Lehm- bauten ist die Anwendung von Baumaterialien und Techniken die nicht vergleichbar mit der konventionellen Bauart sind. Materialien wie Kunststoff, Zement, Styropor und alle chemiege- bundenen Materialien sind für solche Bauvorhaben ungeeignet, lediglich Naturmaterialien funk- tionieren in Verbindung mit Lehm.

Das tragende Mauerwerk des Altbestandes, das im unteren Bereich ein gesatztes Mauerwerk und im oberen luftgetrocknete Lehmziegel aufweist, wurde weitgehendst erhalten. Ein Teil wurde auf Grund der Erweiterung des Wohnraums in den

Hof abgebrochen. Das Abbruchmaterial fand je- doch in der Gartengestaltung in Form eines auf- geschütteten Bereichs für einen Gartenpavillion, seine Wiederverwertung. Weiters wurden statt der kleinen Fenster raumhohe Glastüren einge- setzt, die für helle lichtdurchflutete Räume und dadurch für ein neues Raumgefühl sorgen. Der nächste Schritt, der die Räume moderner und großzügiger wirken lässt, war die Optimierung der Raumhöhe durch das Absenken des Fußbo- denniveaus. Dies hat den Vorteil, dass man da- durch eine neue Raumhöhe erreicht ohne dass das konstruktive Gefüge, wie zum Beispiel der Dachstuhl des Altbestandes, beeinflusst werden. Der Fußboden zum Erdreich besteht aus einer Schicht Glasschaumschotter, einem Flies und einer mit Perliten ausgefüllten Polsterholzkon- struktion.⁵⁹⁾ Im gesamten Haus wurde ein Holzbo- den ohne Fugen verlegt, der den Raum zusätzlich

⁵⁷⁾Vgl. Pasteiner Claudia: Nachhaltiges Bauen mit Dämmmaterialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe - Anwenderorientierte Planungshilfen und hochwertige Beispiele für thermische Sanie- rungsmaßnahmen der obersten Geschoßdecke mit NAWARO, Masterarbeit, Boku Wien, 2013, S. 49 ff.

⁵⁸⁾Vgl. <http://www.andibreuss.at/index.php?>, 17.10.2014

⁵⁹⁾Vgl. Pasteiner Claudia: Nachhaltiges Bauen mit Dämmmaterialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe - Anwenderorientierte Planungshilfen und hochwertige Beispiele für thermische Sanie- rungsmaßnahmen der obersten Geschoßdecke mit NAWARO, Masterarbeit, Boku Wien, 2013, S. 49 ff.



Großzügigkeit verleiht. Der massive Schiffsboden aus Fichte wurde lediglich mit einer Seifenlauge behandelt und ist somit diffusionsoffen.⁶⁰⁾ Dasselbe Holz wurde auch in der Küchenzeile, als Wand- und Bodenverkleidung des Bades und sogar als Duschwand eingesetzt. Der Lehm mit seiner feuchtigkeitsabsorbierenden Funktion und ein natürliches Belüftungssystem über den Dachstuhl sorgen auch im Nassraum dafür, dass das Holz trocken bleibt.

Der Wohnraum mit seinem Glasanbau erhält eine neue Decke aus sägerauen, unbehandelten Kiefern Brettern, auf die vorhandene Tramdecke mit Holzverschalung wurden eine Dampfbremse und kleine, stark gepresste Strohballen als Dämmung aufgebracht. Auch im Dachstuhl ist eine Diffusionsoffenheit dadurch gewährleistet, dass die Giebelverschalung mit einer offenen Fuge ausgeführt wurde. Die Fugen der Außenmauern wurden mit Stopfhanf aus Niederösterreich ausgefüllt und mit einer neuen Schicht Lehmputz versiegelt.⁶¹⁾

Um die massiven Lehmspeicherwände optimal zu nutzen, wurde

Abb. 02.26: Lehmhaus in Mitterretzbach im Bestand aus dem 18. Jhdt.

Abb. 02.27: sanierter Altbestand in Kombination mit einem neuen Anbau

⁶⁰⁾Vgl. <http://www.andibreuss.at/index.php?>, 17.10.2014

⁶¹⁾Vgl. Pasteiner Claudia: Nachhaltiges Bauen mit Dämmmaterialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe - Anwenderorientierte Planungshilfen und hochwertige Beispiele für thermische Sanierungsmaßnahmen der obersten Geschoßdecke mit NAWARO, Masterarbeit, Boku Wien, 2013, S. 49 ff.

Abb. 02.28: tragendes Mauerwerk aus gesatztem Bau im unteren Bereich und Lehmziegeln im oberen Bereich

Abb. 02.29: Innenraum mit diffusionsoffenen Schiffsboden

Abb. 02.30: Holz im Badezimmer als Wandverkleidung und Bodenbelag



im Bereich der südseitigen Verglasung eine Pergola konstruiert, über die ein alter Weinstock wächst. Die Blätter des Weinstocks sorgen im Sommer für eine natürliche Verschattung des Innenraums. Im Winter dringt die Sonne in das Innere des Raumes und der Lehm kann diese Wärme gut aufnehmen und speichern. Genauso verhält es sich auch mit der Raumfeuchte. Der Lehm sorgt durch seine Speichermasse für einen stabilen Feuchtegehalt der Raumluft von 40 bis 50 Prozent, da er überschüssige Feuchte aufnimmt und speichert und bei einem Absinken der Raumfeuchte unter 50 Prozent, wieder abgibt. Die ideale Luftfeuchtigkeit hängt sehr stark mit dem menschlichen Wohlbefinden zusammen, da sie die Schleimhäute vor Austrocknung schützt und somit Erkältungskrankheiten vorbeugt. Zusammenfassend stellt die Sanierung des Lehmhauses in Mitterretzbach ein sehr gelungenes Beispiel dar, das den ökologischen Aufbau als wichtigstes Entscheidungskriterium definiert.

Beispiel einer Sanierung anhand eines Langhauses in Töttös/Ungarn ⁶²⁾

Das in 1930 erbaute Langhaus, stellt ein traditionelles, ungarisches Bauernhaus dar und wurde 2013 saniert, um es an die heutigen Lebensstandards anzupassen. Dabei war die oberste Prämisse, die Substanz, die gut erhalten und trocken war, zu erhalten und nicht wesentlich zu verändern. Der gegebene Grundriss zeigt eine Aufteilung in 5 Stuben, einem Eingangszimmer und einem Badezimmer auf einem Platzbedarf von 6x33 Meter. Die neue Raumaufteilung soll eine offene Wohnküche bieten, die lediglich durch einen großen, gemauerten Bogen getrennt ist, zwei Bäder, ein Schlafzimmer, ein Büro, eine großzügige Diele, eine Waschküche sowie einen Versorgungsraum, der als Zubau an die Substanz angebaut wurde. Das Mauerwerk wurde auf gestampfter Erde und Steinfundament aus Lehmziegeln errichtet. Der alte Dachstuhl und die Dachdeckung wurden erneuert, sodass auch der Terrassenbereich in den überdachten Bereich integriert werden konnte. Ein Ringanker und neues Gebälk sorgen für eine gleichmäßige Lastverteilung der erhöhten Gesamtlast des Daches, die auf die Lehmmauern wirkt.

Abb. 02.31: Langhaus in Töttö/Ungarn, erbaut 1930

Abb. 02.32: Lehmziegelmauer als Baustubstanz
Abb. 02.33: Abbruch der Anbauten um Platz für eine überdachte Terrasse zu schaffen

Abb. 02.34: Neuer Dachstuhl mit Überstand; Überdachung der befestigten Fläche im Außenbereich



NEUE ANSÄTZE



Abb. 02.35: Haus Rauch, Ansicht auf die massive Stampflehmwand

Nicht nur traditionell gesehen ist Lehm bau bekannt, auch in der Gegenwart beschäftigen sich Architekten zunehmend mit dem Material und der damit verbundenen ökologischen Bauweise. Der Lehm bau erfreut sich durch neue Ansätze und durch eine zeitgemäße Ästhetik immer größerer Beliebtheit. Das wohl bekannteste Vorzeigeprojekt, das die Vorteile von Lehm und die einzigartige Optik präsentiert ist das Haus Rauch in Schönlins/Österreich, das 2005 bis 2008 durch Martin Rauch erbaut wurde. Dieses vereint durch die Präsenz von Stampflehm ein optisch ansprechendes, monolithisches Objekt mit der ausschließlichen Verwendung von natürlichen Materialien. Der Bau eines solchen Hauses ist jedoch nur mit vielen Erfahrungswerten und den Bauprozess begleitenden Experimenten möglich. Neben den Lehm bauten, die als tragendes Hauptmaterial Lehm verwenden, kommt es aber auch immer häufiger vor, dass Lehm in Verbindung mit anderen ökologischen Bauweisen und Materialien eingesetzt wird. Beispielsweise werden Lehmputze als gute Ergänzung im Innenraum eingebracht. Ein Grund dafür könnte die einfache Anwendung sein, da vorgefertigte Mischungen, wie sie beispielsweise durch *CLAYTEC* vertrieben werden, immer leichter am Markt erhältlich sind. Die folgenden Beispiele zeigen daher einen Querschnitt der Lehmanwendung bei Bauten der Gegenwart, wie sie beispielsweise bei den ästhetisch wertvollen Stampflehm bauten verwendet wird. Der Fokus liegt jedoch in der Anwendung in kleinerem Maßstab, da dies oft einfacher umzusetzen ist:

RICOLA KRÄUTERZENTRUM ⁶³⁾ ⁶⁴⁾ ⁶⁵⁾

Das Ricola Kräuterzentrum ist momentan das größte Stampflehmgebäude Europas, das von den Architekten Herzog & de Meuron in Zusammenarbeit mit Martin Rauch und seinem Atelier Lehm Ton Erde Baukunst GmbH in Basel entwickelt wurde. Die Stampflehmfassade soll hierbei den Zweck erfüllen, die ökologische Philosophie hinter der Herstellung der Ricola Kräuterbonbons nach Außen hin wider zu spiegeln. Der geerdete Baukörper umfasst eine Dimension von 111x28,9x10,8 Meter und kommt durch die Speichermasse des Lehms komplett ohne zusätzlicher Heizung oder Kühlung aus. Hier kommt der Vorteil des Lehms als wärme- und feuchteregulierendes Material gekonnt zum Einsatz, jediglich der Besucherbereich wird mithilfe der Abwärme der benachbarten Fabrik bei Bedarf geheizt.⁶⁶⁾

Um den Stampflehm in solchen Dimensionen einzusetzen, wurde im Vorfeld die Vorproduktion der Stampflehmfassade perfektioniert indem ein Fassadenausschnitt im Maßstab 1:1 in einer nahen Werkhalle, die mit einer einzigartigen Fertigungsanlage ausgestattet wurde, umgesetzt wurde. Die einzelnen Fassadenelemente werden in 50 Meter langen Abschnitten vorgefertigt und in jeweils fünf Tonnen schwere Elemente geteilt um sie nach einer kurzen Trocknungsphase auf der Baustelle zu einer gesamthaften Fassade zusammenzufügen.⁶⁷⁾ Dabei kommt Lehm im Umkreis von zehn Kilometer Entfernung zur Produktionsstätte, zum Einsatz. Durch die Vorfertigung der schlussendlich 666 Fassadenelementen, schafft man es den hohen Handarbeitsgrad zu umgehen, und somit ein Objekt dieser Dimension aus natürlichen Materialien zu schaffen.

⁶³⁾ Vgl. http://www.swiss-architects.com/de/pages/page_item/5_13_Ricola/1, 14.12.2014

⁶⁴⁾ Vgl. <http://www.hochparterre.ch/nachrichten/architektur/blog/post/detail/ein-riesenbonbon-aus-lehm/1358958226/>, 14.12.2014

⁶⁵⁾ Vgl. http://www.nzz.ch/feuilleton/kunst_architektur/lehm-als-material-und-medi-um-1.18335341, 14.12.2014

⁶⁶⁾ Vgl. http://www.swiss-architects.com/de/pages/page_item/5_13_Ricola/1, 14.12.2014

⁶⁷⁾ Vgl. <http://www.hochparterre.ch/nachrichten/architektur/blog/post/detail/ein-riesenbonbon-aus-lehm/1358958226/>, 14.12.2014

Abb. 02.36: Ricola Kräuterzentrum in Basel
Abb. 02.37: Produktionshalle der Stampflehm-
melemente für die Fassade des Kräuterzentrums
Abb. 02.38: ein Stampflehmelement mit einem
Gewicht von fünf Tonnen



DACHAUSBAU AUS STROHBALLEN MIT LEHMPUTZ ⁶⁸⁾ ⁶⁹⁾

Bei diesem Dachausbau wurde besonderen Wert auf Materialien wie Stroh, Lehm und Holz gelegt, weshalb der Dachausbau von den Architekten auch als *Strohballenhaus* beschrieben wird. Grundlage für den Bau des Dachausbaus stellte ein ebenerdiges Gebäude im sechsten Bezirk dar, der durch die Architekten allmermacke im Jahr 2003 für Wohnzwecke adaptiert werden sollte. Ziel war es dabei auf eine ressourcenschonende Bauweise zu achten und somit auch auf den bewussten Umgang mit dem Abbruchmaterial. Beispielsweise wurden das neue Dach mit den alten Dachziegeln gedeckt. Alte Ziegel wurden ausgelöst, gereinigt und in neuem Kontext wieder verbaut und verleihen dabei dem Ausbau ein harmonisches Bild im Bezug auf den historischen Bestand. Weiters wurden Teile des alten Dachstuhls in nicht sichtbaren Bereiche für die neue Konstruktion verwendet. Das Konzept der Bauaufgabe basiert darauf, durch bewussten Umgang mit der alten Struktur ein Maximum an Material- und Kosteneffizienz zu erreichen.

Der alte Dachstuhl wurde abgetragen, um dem Gedanken der heutigen Wohnatmosphäre mit großzügiger Belichtung, vielfältigen Sichtbezügen und weitläufigen Räumen näher zu kommen. Die neue Struktur des Wohnateliers wurde als Holzskelettbau in Leichtbauweise auf den bestehenden Gebäudesockel aufgesetzt. Strohballen wurden für die Wärmedämmung des Dachstuhls verwendet und beweisen damit den ökologischen Zugang zu dem Projekt. Um den Vorschriften gerecht zu werden, wurden diese mit einer nicht brennbaren Verkleidung aus OSB Platten, Gipsfaserplatten und einem Lehmputz an der Innen- und Außenseite

⁶⁸⁾ Vgl. <http://www.nextroom.at/building.php?id=17989&sid=11410>, 18.10.2014

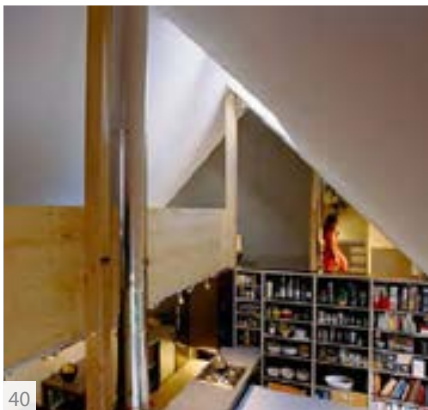
⁶⁹⁾ Vgl. <http://www.allmermacke.at/architektur/strohhaus.html>, 26.10.2014

⁷⁰⁾ Vgl. <http://www.allmermacke.at/architektur/strohhaus.html>, 26.10.2014

Abb. 02.39: Strohballenbau in der Mollardgasse in Wien 1060; fließender Übergang von Innen nach Außen

Abb. 02.40: Strohballenbau in der Mollardgasse in Wien 1060; offener Wohnraum mit Galerie und Lehmputz

Abb. 02.41: Strohballenbau in der Mollardgasse in Wien 1060; hofseitige Verglasung mit Pergola



verpackt. Die sonstigen Zwischenwände wurden ebenso mit Lehm verputzt. Auch in den Nassräumen konnte auf Fliesen verzichtet werden, indem auf Tadelakt, eine traditionelle Kalkputztechnik aus Marokko, zurückgegriffen wurde, die eine wasserabweisende Funktion erfüllt. Als Fußboden wurde Lärchenschiffsboden verlegt, der die Funktion der Installationsebene übernimmt. Das Gebäude ist somit durch den Einsatz von natürlichen Materialien gewissermaßen diffusionsoffen und in gleicher Weise luftdicht ausgeführt. „In der Verbindung von traditioneller Holzbauweise und moderner Holzbautechnik glauben wir ein ökologisch einwandfreies und aus ganzheitlicher Sicht stimmiges Konzept verwirklicht zu haben, und das zu Kosten unterhalb jener des sozialen Wohnbaus“, ⁷⁰⁾ so die Architekten allmermacke über ihr *erstes Wiener Strohballenhaus*.

⁷¹⁾ Vgl. Powell Martina: Cooles Haus mit Schindeln, Hanf und Lehm, Magazin 100 österreichische Häuser, Ausgabe 2014/2015, Redaktionsbüro Architektur, Wien, 2014, S.10

Abb. 02.42 & Abb. 02.43: Private Villa mit Naturteich
Abb. 02.44: Innenansicht



HAUS D. ⁷¹⁾

Schindeln, Hanf und Lehm - das sind die Hauptbestandteile des Wohnhauses von yes-architecture. Die Villa einer Patchworkfamilie in der Nähe von Graz, wurde so konzipiert, dass genügend Rückzugsmöglichkeiten sowie die Offenheit zu einem von der Straße abgegrenzen Innenhof gewährleistet sind. Der Bauherr, der Holzhändler in der Steiermark ist, inspirierte die Architektin Marion Wicher in Sachen Materialauswahl. Für den Bau wurden regionale, natürliche und teilweise recycelte Materialien verwendet. Dies zeigt sich schon am äußeren Erscheinungsbild des Hauses - der Fassade. Diese wurden mit natürlichem Hanf gedämmt und mit Zedernschindeln verkleidet. Auch im Innenraum zeigt sich die Wahl der natürlichen Materialien. Am Boden wurde wiederverwendetes Eichen-Altholz verlegt und die Wände wurden mit Lehm verputzt. Das Grundrisskonzept wurde an die Nutzungswünsche angepasst und es entstanden vier getrennt bewohnbare Flügel, die sich im Gesamtkonzept zu einem monolithischen Block um die Innenhöfe arrangieren. Der Bereich, indem alle Flügel aufeinandertreffen, stellt das Zentrum des Hauses dar und wird als zentraler Aufenthaltsraum genutzt. Durch die Verwendung natürlicher Materialien im Gestaltungskonzept gliedert sich das Wohnhaus optimal in die umgebende Natur ein und der ökologische Charakter wird dabei noch durch ein Schwimmbiotop im Garten unterstützt.



Abb. 02.45: Ofenkörper mit Stampflehm-Schale und ruhiger Oberfläche

Abb. 02.46: Innenraum des Ateliers

Abb. 02.47: Stampflehm-Schalen in zwei verschiedenen Optiken: Wand mit typisch horizontaler Wirkung und Ofen mit einheitlicher Struktur

⁷²⁾ Vgl. <http://www.lehmtonerde.at/de/projekte/projekt.php?plD=44>, 16.11.2014



ATELIER GASSNER ⁷²⁾

Lehm lässt sich nicht nur gesamthaft in der Architektur eines Gebäudes einsetzen, man kann durch Lehm auch im Innenraum und durch den nachträglichen Einbau Vorteile für das Raumklima und Charakter durch die spezielle Ästhetik schaffen.

Dies verdeutlicht das Projekt durch Ruth Gassner und Martin Rauch, die 2006 nach Renovierungsarbeiten eines Ateliers den Stampflehm gezieht im Innenraum einsetzen. Einerseits wurden Stampflehmschalen als Leitsystem durch das Gebäude gezogen, die auch einen Einfluss auf das Raumklima haben. Andererseits wurde durch eine weitere Verarbeitungsmethode des Stampflehms in einem Ofenkörper, der als Empfangspult dient, eine gegensätzliche monolithische Struktur geschaffen. Diese zeichnet sich durch gleichmäßige Farbgebung, feine Porosität und einer ruhigen Oberfläche aus, sodass eine betonähnliche Anmutung entsteht.



⁷³⁾ Vgl. <http://www.archdaily.com/539277/wine-terrace-and-spa-gereben-marian-architects>, 23.12.2014

⁷⁴⁾ Vgl. <http://www.g-m.hu/index.php?pid=136&lan=1>, 23.12.2014

Abb. 02.48 & Abb. 02.49: Weinterrasse mit Stampflehmhütten in Eger/Ungarn
 Abb. 02.50: Terrasse aus Stampflehmwänden und gefalteter Dachlandschaft
 Abb. 02.51 & Abb. 02.52: Stampflehm detail einer Wand ⁶⁰⁾



51

WEINTERRASSE ⁷³⁾ ⁷⁴⁾



48



49



50



52

Die Weinterrasse in der Nähe von Eger/Ungarn, ist eine zirka 230 Quadratmeter große Fläche des Weinguts AES, die durch Gereben Marián Architects im Jahr 2014 gestalten wurde. Der Platz soll durch seine ideale Lage und Aussicht als Ort zum Entspannen und Verweilen fungieren, an dem man Weinproben serviert bekommt und mit einem Glas Wein die malerische Aussicht genießen und anschließend in einem der einfachen Bungalows übernachten kann. Von den Architekten wurden für diese Aufgabenstellung drei kleine Hütten und einem Aussichtspunkt am Rande der Terrasse konzipiert. Die Hütten ähneln den traditionellen Bauten der Umgebung und nehmen durch ihre charakteristischen Proportionen und dem Materialeinsatz von gestampftem Lehm, Bezug auf die Weinregion. Die monolithischen Erdwände wurden dafür gezieht in der Landschaft platziert, um die Ausgeglichenheit zwischen Offenheit zur Wirkung der Landschaft und geschützten Plätzen zum Verweilen zu schaffen. Die gefalteten Dachkonstruktionen der Terrassen unterstützen dabei den schutzfindenden Charakter und bieten einen geeigneten Ort dafür. Die Stampflehmmischung spiegelt die Materialien der Weinkeller wider, indem sie den Tuffstein, mit dem die dicken Mäuer der Weinkeller errichtet wurden, in Form von Kies in die Wandstruktur aufnimmt.

03

LEHMBAU-TECHNIKEN

Baumethoden und Verarbeitungsweisen von Lehm in Österreich und Ungarn werden in ihrer Entwicklung aufgezeigt und anhand von nachgebauten Beispielen erörtert und diskutiert.

Welche traditionellen Baumethoden kann man heute nach wie vor anwenden und welcher Aufwand ist damit verbunden?

Abb. 03.1: Lehmputz | Farbputz | Schalung |
Leichtlehmwand (v.l.n.r.)



STAMPFLEHM

DEFINITION ⁷⁵⁾ ⁷⁶⁾

Stampflehm definiert eine Bauweise, die auf eine Schalung angewiesen ist. Die nach Vorkommnis oder Tradition teils sehr unterschiedlichen Lehmischungen werden schichtweise eingebracht und durch Holzstampfer beziehungsweise heute auch mittels maschineller Stampfgeräte mindestens um ein Drittel verdichtet. Die Schichten können ohne Trocknungszeit aufgebracht werden, dadurch entstehen fugenlose, monolithische Wände, die in ihrer heutigen Umsetzungsweise auch einen hohen ästhetischen Wert haben. Die unterschiedlich verfügbaren Lehmqualitäten und Verarbeitungsmethoden bedingen auch große Unterschiede in der optischen Wirkung. Legt man heute Wert auf eine gleichmäßige horizontale Streifenteilung, die mit Farbpigmente oder Ziegeleinlagen ästhetisch verfeinert wird, war die Ästhetik in der Entstehungsgeschichte der Stampflehmwände zweitrangig, da diese hauptsächlich im verputzten Zustand zum Einsatz kamen.

Ein Ausschalen der Stampflehmwände ist sofort möglich, da es durch den Verdichtungsprozess nicht mehr notwendig ist, auf die Bindigkeit des Materials zu warten. Die letztendliche Tragfähigkeit ist jedoch erst nach vollständiger Austrocknung gegeben.

⁷⁵⁾ Vgl. Niemeyer Richard: Der Lehm-
bau und seine praktische Anwendung. Unveränderter
Nachdruck der Originalausgabe aus dem Jahre
1946. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg
1982

⁷⁶⁾ Vgl. Röhlen Ulrich, Ziegert Christof: Lehm-
bau-Praxis, Planung und Ausführung, 2.,
vollständig überarbeitete Auflage, Beuth Verlag,
Berlin, 2014

HERKUNFT

Schon vor der Römerzeit wurde die Technik entdeckt und etabliert. Im 18. Jhd. erlebte die Technik in Form der Lehmpisé-Bauweise vor allem in Frankreich einen Aufschwung. Im Mittelburgenland wurde Stampflehm, oder im örtlichen Dialekt die „g’sstessene Mauer“, ab dem Ende des 18. Jhd. angewendet.⁷⁷⁾ Man weiß bislang nur von zwei Bauwerken im Mittelburgenland, die mit Stampflehm errichtet wurden und die typischen Löcher der Anker in der Mauer vorweisen. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass geeigneter Lehm mit Steinanteil zur Verfügung stehen musste. In Niederösterreich waren Stampflehmtechniken in Form des g’setzten Baus weit verbreitet. Allerdings standen nicht immer geeignete Schalbretter zur Verfügung, beziehungsweise verteuerten diese den Bau, weshalb auf den luftgetrockneten Ziegel ausgewichen wurde. In Ungarn hingegen zählte der Stampflehm zu den am weitesten verbreiteten Methoden an der Wende vom 19. ins 20. Jhd.⁷⁸⁾ In der Donaueggen wurden die Ställe und die damit verbundenen Häuser meist aus dem gleichen Material errichtet, was auch an dem Beispiel eines dreiteiligen Hauses aus dem letzten Viertel des 19. Jhdts., das aus Stampflehm errichtet wurde, ersichtlich ist.⁷⁹⁾ (Abb. 03.2)

Man unterschied ortsbezogen auch zwischen Stampflehm und Stampflehm mit bleibender Schalung. Für Letzteres wurde die Stampflehmmischung in eine Schalung aus Flechtwerk eingebracht, das als Teil der Konstruktion bestehen blieb.



Abb. 03.2: das ausgefüllte Lehmhaus aus Dulovce, SK aus Stampflehm mit aufgebaute Holzdachstuhl

⁷⁷⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, in Lehm- bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 24

⁷⁸⁾ Vgl. Kovács Zsuzsa, Sári Zsolt: Lehmarchitektur im ungarischen Freilichtmuseum Szentendre, in Lehm- bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 76

⁷⁹⁾ Vgl. Kiripolska Anna: Geplante Lehm- bauten im Freilichtmuseum „Museum des slowakischen Dorfes“, in Lehm- bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 66

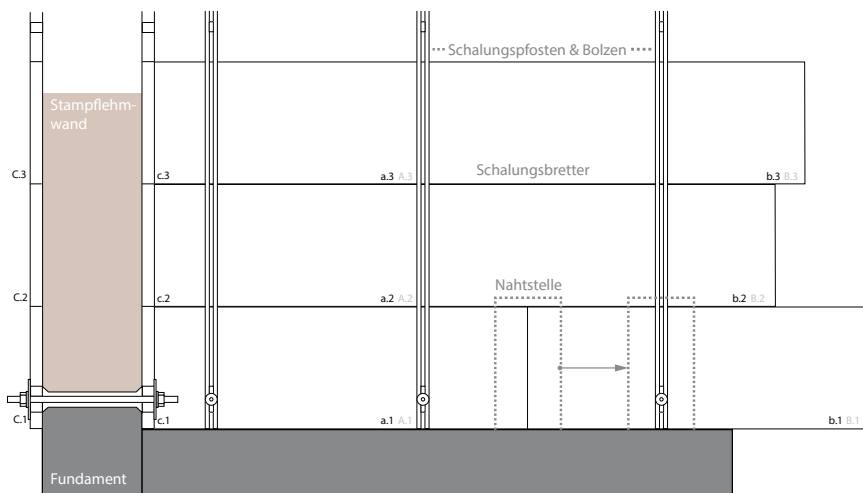


Abb. 03.3: Grafik der konzipierten Gleitschalung
Abb. 03.4: Aufbau der Schalung

ANWENDUNG

Die Arbeitsschritte und Schwierigkeiten bei der Errichtung einer Stampflehmwand wurden in Folge anhand eines praktischen Beispiels beim Lehmbauworkshop im Waldökozentrum Sopron aufgezeigt:

Ausgangsbasis für die Umsetzung einer Stampflehmwand ist die Schalung sowie die richtige Lehmischung.

Schritt 1 — Schalung

In Sopron haben wir mit den Workshopteilnehmern eine Gleitschalung konzipiert, die mittels eingespannten Bolzen befestigt wurde. Die Schalungsbretter sind mit dreißig Zentimeter in der Höhe und drei Zentimeter in der Stärke dimensioniert, um sie nach Fertigstellung der Stampflehmwand als Boden- bzw. Verkleidungsbretter wiederverwenden zu können. Hier empfiehlt es sich auf sehr robustes Holz, wie Mehrschichtplat-



ten zurückzugreifen, da durch das Stampfen viel Kraft auf die Seitenteile wirkt. Bevor die Schalbretter in die Grundkonstruktion der eingesetzt wurden, haben wir diese mit einer Lackschicht versehen, damit sich die Bretter beim Ausschalen besser von der Stampflehmwand lösen. Bei vorgefertigten Schalelementen wie beispielsweise *Doka*-Schalungsplatten, die standardmäßig schon eine hochwerige Oberflächenbeschichtung vorweisen, ist dieser Schritt nicht notwendig. Ein genaues Ausrichten der Bretter zu Beginn erspart Problematiken beim Verschieben der Bretter nach oben. Weiters kann aus Erfahrung darauf hingewiesen werden, die Nahtstellen zwischen den Brettern so zu platzieren, dass sie sich direkt bei den Schalungspfosten mit den Bolzen befinden, um ein Aufbrechen der Schalung und eine unregelmäßige Wandebene zu vermeiden.

Schritt 2 — Lehmmischung

Um eine geeignete Stampflehmmischung zu erstellen, muss man sich mit den vorhandenen Materialien auseinandersetzen, die unweit vom Bauplatz gewonnen werden können. Diese bieten die Ausgangsbasis für die Mischung. Um eine Stampflehmwand mit guter Bindigkeit, Steifigkeit und Witterungsbeständigkeit zu schaffen, muss man das richtige Verhältnis der zu mischen

den Materialien festlegen. Dies erreicht man, indem man unterschiedliche Mischungsverhältnisse in Form von Prüfkörpern testet. Um uns für die Umsetzung beim Workshop Bestätigung über die Qualitäten der Materialien einzuholen, hat das Atelier Lehm Ton Erde⁸⁰⁾ einige Materialtests zu den Mischungsverhältnissen veranlasst.

Am Ende der Analyse stand das Mischverhältnis, das auch bei der Anwendung zum Einsatz kam, mit folgendem Ergebnis fest:

2 Teile Lehm (gesiebt <1cm)

2 Teile Dolomit

1 Teil Betonschotter

0,5 Teile Dolomit (gesiebt >5mm)

Ergänzend sei zu erwähnen, dass ein lockerer Lehm vor der Verarbeitung nicht bearbeitet werden muss. Da der verwendete Lehm jedoch aus einem ehemaligen Ziegelwerk stammte, kam dieser teilweise in groben Stücken verdichtet zu unserem Bauplatz und musste daher zuvor gesiebt werden.

Die Mischung wurde per Handarbeit auf einer Asphaltfläche mit mehreren Schaufeln und Rechen

⁸⁰⁾ Konzeption und Umsetzung von Lehmbauten unter der Leitung des Lehmbauspezialisten Martin Rauch.

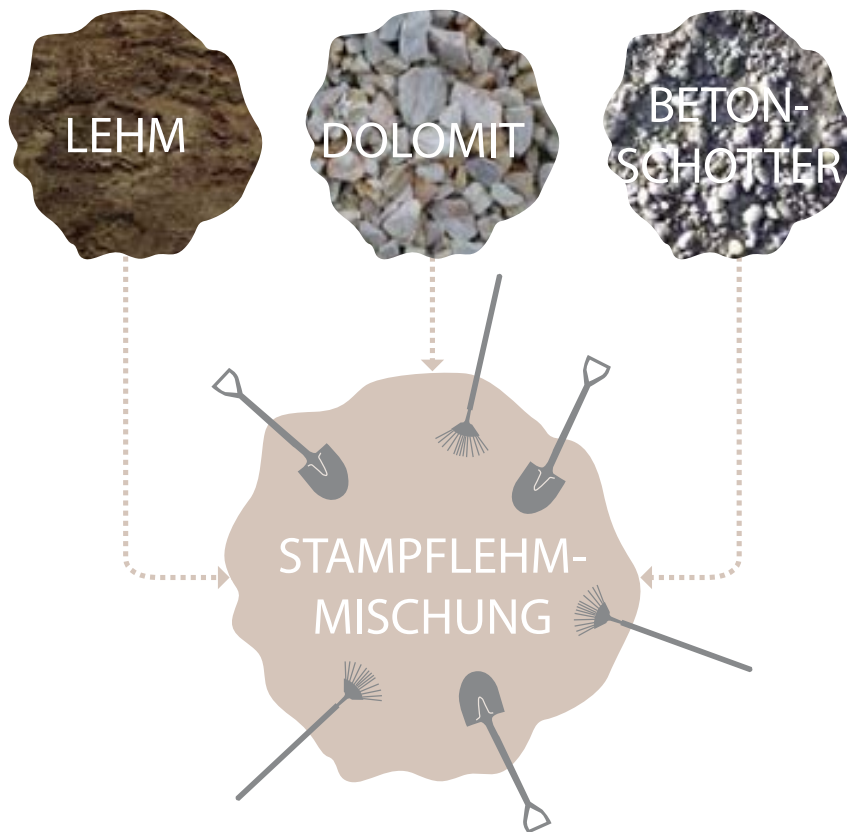


Abb. 03.5: Materialien der Stampflehmischung und Darstellung des Mischvorgangs in „Sternformation“

⁸¹⁾ Der Begriff entstand innerhalb einer der Workshops und betitelt die Art des Mischungsverfahrens, in dem in einem Kreis gehend die Materialien gleichmäßig durchmischt werden können.

in „Sternformation“ ⁸¹⁾ vermengt. Dabei dienten uns Eimer als Maßeinheit um die angeforderte Menge in gleichbleibender Qualität zu verarbeiten. Drei Mischungen waren hierbei für eine Lage unserer Stampflehmwand mit einer Länge von zirka vier Meter nötig. Bei heißen Temperaturen sollte man darauf achten, dass die Lehmischung zügig verarbeitet wird und nicht austrocknet bevor sie in die Schalung zum Verdichten eingebracht wird. Wir fügten den Mischungen bereits beim Anmischen etwas Wasser bei, um sie auch erdfeucht in die Schalung einbringen zu können. Dies erleichtert auch den Stampfvorgang, da der erdfeuchte Lehm leichter und schneller zu verdichten ist wie bereits angetrockneter. Nebenbei wirkt sich die bessere Verdichtung auch auf seine spätere Tragfähigkeit und Robustheit aus.

Schritt 3 — Stampfvorgang

Bevor man die fertige Mischung in die Schalung einbringt, sollte man eine horizontale Markierung bei zwölf und bei acht Zentimeter an der Innenseite der Schalung kennzeichnen um ein Abfallen der Wand zu vermeiden. Die ungleichmäßig starken Schichten können aber auch als ästhetisches Element eingesetzt werden, dann ist keine Markierung nötig. Man sollte jedoch darauf achten, dass

⁸²⁾Vgl. Boltshauser Roger, Rauch Martin: Haus Rauch, Ein Modell moderner Lehmarchitektur, Birkhäuser Verlag, Basel, 2010

die letzte Schicht waagrecht abschließt. Danach wird die Schalung bis zu der oberen Markierung mit der Mischung befüllt. Grobe Kieskörnungen sollten dabei nicht direkt an der Schalung liegen, da sonst durch das zu geringe Verdichten Kiesnester entstehen können. Anschließend wird die zirka 12 Zentimeter hoch eingebrachte Mischung mittels traditionellen Stampfern aus Holz oder Metall bis zu der unteren Markierung bei acht Zentimeter verdichtet. Bei großen Bauvorhaben kann man die traditionellen Stampfer auch durch pneumatische Stampfer oder Rüttelplatten ersetzen, da dies den Bauprozess erheblich beschleunigt und mit weniger Kraftaufwand verbunden ist. Die Außenseiten der Wände sowie die Eckbereiche sollten beim Stampfvorgang als Erstes verdichtet werden, danach rückt man in das Innere der Wand vor.

Schritt 4 — Zwischenschichten

Konzipiert man eine Stampflehmwand als tragende Außenwand eines Objektes, so empfiehlt es sich jedenfalls bei jeder vierten Lage eine Zementfuge oder Ziegelplatten an der Schalungsaußenkante ein zu legen und mit in die Wand zu stampfen. Die Stampflehmwand ist ohne konst-

ruktiven Wetterschutz, wie ein stark auskragendes Dach dem Wetter und somit auch Schlagregen ausgesetzt. Diese Zwischenschichten sorgen daher für eine kontrollierte Erosion, da die Zieglagen oder die Mörtelleisten das vorzeitige Auswaschen der Lehmwand bei zu raschem Abfließen des Regenwassers verhindern. Der somit langsamere Wasserfluß löst den Feinlehmanteil aus der Wand und bewirkt damit dass sich die Lehmoberfläche durch den enthaltenen Steinanteil stabilisiert und die Erosion verlangsamt.⁸²⁾

Je nach Bauvorhaben kann man Zwischenlagen unterschiedlich gestalten. Sei es aus einem bloß ästhetischen Wert mit Farbpigmenten oder aus statischen Gründen mittels einem Weidengerüst, das vor allem in den Ecken als Bewährung fungiert. Dafür werden die Weiden nach jeder vierten Schicht in die Schalung eingelegt. Während der Umsetzung der Stampflehmwand innerhalb des Workshops in Sopron, hat sich herausgestellt, dass man die Weiden nicht zu weit an der Außenseite anordnen sollte, da sie durch die Verdichtung des Stampfens weiter an den Rand rutschen können, man jedoch vermeiden möchte, dass die Weiden nach Außen hin sichtbar sind. In den Ecken sollten sich die Weiden kreuzförmig überlagern und auch an den Endstücken der Wand

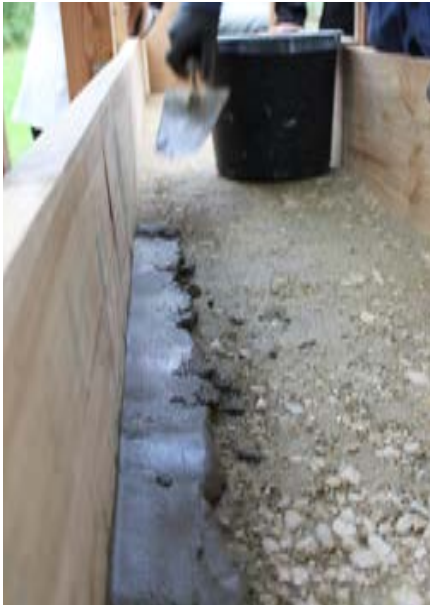


Abb. 03.6: Mörtelleiste als Zwischenschicht
Abb. 03.7: Weiden als Zwischenschicht in der
Stampflehmwand
Abb. 03.8: Stampfprozess der Wand

sollten die Weiden neben der Längsrichtung auch quer eingelegt werden, um die stark belasteten Punkte der Wand zu verstärken. Nach dem Einlegen wird die nächste Lage der Stampflehmischung vorsichtig über den Weidengerüst verteilt und gestampft.

Um die Wand farblich zu akzentuieren, haben wir uns in Sopron entschieden bei jeder vierten Lage, bei der auch ein Zementstreifen eingebracht wurde ein Farbpigment einzubringen. Dafür wird ein Kübel der fertigen Stampflehmischung mit einem Farbpigment in Form eines Pulvers eingefärbt und unregelmäßig an den Außenseiten der Wand verteilt. Je nach gewünschter Wirkung kann man den Farbstreifen auch gerade und wenn erwünscht auch bei jeder Lage einarbeiten. Um eine natürliche Wirkung zu erzielen, haben wir uns jedoch dazu entscheiden die Farben vorsichtig einzusetzen, da sie sich in trockenem Zustand verstärken. Nachdem der farbige Mischung verteilt wurde, kann man die restliche Mischung einbringen und den Stampfvorgang einleiten.

Schritt 5 — Entfernen der Schalung

Die Schalung kann man sofort nach dem Stampfprozess lösen, da die Mischung durch das Verdichten ausreichend Stabilität aufweist. Beim Lösen der Schalung sollte man mit schiebenden Bewegungen die Schalungsbretter entfernen. Dadurch kann verhindert werden, dass Teile der Wand die an den



Abb. 03.9: Stampflehmwand aus dem Workshop

Schalungsbrettern durch den Verfestigungsprozess festhaften ausbrechen.

Nach Entfernen der Schalung, kann man nötige Korrekturen an der Wand vornehmen, indem man die Lehmmischung in nassem Zustand in die entstandenen Risse oder Löcher durch ausbrechende Kiesnester einbringt. Die Schalung sollte auch bei einer Unterbrechung des Bauprozesses abgenommen werden, sodass die Wand austrocknen kann und keine Schimmelbildung entsteht. Ein Abdecken der Wand gegenüber Regen und Witterung ist jedoch in jeder Situation der Unterbrechung unabdingbar.

AUFWAND

Die Stampflehmmethode zählt in ihrer ursprünglichen Verarbeitungsmethode zu einer sehr kraft-

aufwändigen Bauweise, da man mit körperlicher Energie das Material verdichten muss. Weiters ist sie auch mit langen Vorbereitungszeiten verbunden, da es erforderlich ist, im Vorfeld die Schalung auf zu bauen und die Mischung zu erproben. Der Stampflehmbau ist mit Schwierigkeiten im Umgang mit der Lehmmischung auf Grund ihres Gewichtes verbunden, so das Feedback aus den Workshops. Jedoch kann man mit der Baumethode des Stampfens, nach Außen hin einen einzigartigen Charakter eines Gebäudes darstellen, der mit der Natur im Einklang steht. Wenn alle Vorbereitungen abgeschlossen sind und man im Umgang mit dem Material geübt ist, kann man zügig ein Projekt mit der wohl heutzutage ästhetischsten Wirkung umsetzen.

WELLERLEHM

DEFINITION

Die Bauweise bezeichnet eine schwere Lehmmischung mit Stroh, die zu Wänden satzweise aufgeschichtet wird. Wenn die Wände eine Höhe von 60 Zentimeter erreicht haben, müssen diese erst austrocknen, bevor man die nächste Lage aufschichten kann. Innerhalb des Trocknungsprozesses werden die Wände mit einem geraden Spaten abgestochen.



Abb. 03.10: Landhaus aus Wellerlehmwänden in Homorúd, Ungarn

⁸³⁾ Vgl. Deli Sándor, Dobosy Anna, Fehér Judit, Hernyák László, Holcsek Eszter, Horváthy Judit, Jékely Berta, Pataky Emöke, Sisa Béla, Zsanda Zsolt: Network of rural heritage buildings of Hungary, Solong Print, Budapest, 2000, S. 17

HERKUNFT

In Ungarn zählt der Wellerbau zu den ältesten Lehmbauweisen in den flachen Regionen. Hier findet man noch zahlreichere erhaltene Beispiele als im österreichischen Gebiet. Beispielsweise kam Wellerlehm in Kombination mit einem Steinfundament und einem strohgedecktem Sparrendachstuhl bei einem Landhaus mit einer Zweiraumaufteilung und einer Feuerstelle mit Rauchfang, in Homorúd, zum Einsatz.⁸³⁾ In Österreich sind reine Wellerlehmbauten kaum zu finden, hingegen gibt es die Sonderform des sogenannten „g’satzten Baus“. Dabei handelt es sich um eine Mischung aus Wellerbau und Stampflehmbau. Eine eindeutige Zuordnung des gesatzten Baus zu einer der vorherig genannten Bautechniken ist daher nicht möglich. Der „g’satzte Bau“ unterscheidet sich vom

⁸⁴⁾ Vgl. <http://www.neumarkt-raab.at/atelierhaeuser-daxhaus.html>, 24.11.2014

⁸⁵⁾ eingemaukter Lehm bezeichnet den mit Wasser aufgelösten trockenen Lehm. Man unterscheidet zwischen eingemaukten Lehm und Lehmschlämme, die sich als wässrige Lösung beim Mauprozess oben absetzt.

Abb. 03.11: Das Daxhaus in Neumarkt an der Raab

Abb. 03.12: Die Rauchküche des Daxhauses



Wellerlehm durch die zusätzliche Verwendung einer Schalung, wie sie im Stampflehmbau verwendet wird. Der Lehmmischung wird wie beim Wellerbau Stroh beigemischt, wodurch sich der „g’satzte Bau“ beider Techniken bedient. Zwei erhaltene Baubeispiele zeigt das Künstlerdorf in Neumarkt an der Raab auf. Das Daxhaus beispielsweise wurde aus einer durch Stroh angemagerten Stampflehmmischung aufgebaut und stellt somit einen typischen Vertreter des „g’setzten Baus“ dar. Dieses Lehmhaus definiert als Bautypus einen Streckhof mit Strohdach, Außengang und einer Rauchküche, wie er bis in das Mittelalter nachgewiesen werden konnte und stellt somit eines der wenige erhaltenen Exemplare der Vergangenheit dar.⁸⁴⁾

ANWENDUNG

Wellerlehm ist in der Anwendung sehr einfach, da für die Produktion von Wellerwänden im Grunde bloß Lehm, Stroh und wenige Hilfsmittel wie eine Heugabel und ein Spaten nötig ist.

Schritt 1 — Vorbereitungen

Um das Stroh, das für die Wellerwände wichtig ist, mischt man es gut mit eingemauktem Lehm.⁸⁵⁾ Der gemaukte Lehm kann mit verschiedenen Zuschlägen, im Normalfall Sand, abgemagert werden.



Abb. 03.13: Materialschichtung



Abb. 03.14: Durchmischen der Schichtung

Abb. 03.15: Aufschichten zu einer Wellerwand



⁸⁶⁾Vgl. www.iglehm.ch/?screen=bautechniken,
15.10.2014

Damit vermindert man Rissbildungen, die in der Trocknungsphase entstehen können. In unserem Fall, haben wir den eingemaukten Lehm und Sand im Mischverhältnis 1:1 gemischt.

Schritt 2 — Lehmmischung

Die vorbereitete Lehmmischung wird auf einer ebenen Fläche mit langstieligem Stroh in Lagen aufgeschichtet. Bevor das Material durchmischt werden kann, ist eine Trocknungsphase von ungefähr einem Tag notwendig, damit der Lehm und das Stroh durchziehen können. Das ideale Mischungsverhältnis wird für mageren Lehm mit 20 Kilogramm und für fetten Lehm mit 25 Kilogramm Stroh pro Kubikmeter Lehmmasse beschrieben.⁸⁶⁾ Für die Testwand in Sopron haben wir je einen Kübel mit 10-15 Liter Lehm mit einem halben Kübel Stroh, was mit zirka 7,5 Liter einem Gewicht von einem viertel Kilogramm

und somit dem oben genannten Verhältnis entspricht, in drei Lagen aufeinander geschichtet.

Die Materialschichtung kann durchmischt werden, wenn der Lehm eine dickflüssige Konsistenz eingenommen hat beziehungsweise, wie in unserem Fall, die Mischung zirka einen Tag geruht hat. Um das Stroh und den Lehm gleichmäßig zu vermengen, hat sich die Technik des Durchstampfens mit den Füßen bewährt. Traditionell und bei großen Mengen übernehmen auch oft Tiere den Teil der Durchmischung, wobei deren abgesetzter Kot als gewünschter nützlicher Zuschlagsstoff fungiert. Um die Materialien gleichmäßig zu durchmischen, ist etwas Geduld von Nöten. Da wir nur eine Testwand von zirka 70x40 Zentimeter errichtet haben, konnten wir die Materialmenge noch gut zu Zweit vermengen. Bei größeren Mengen empfiehlt es sich jedoch, das

Material in einer großen Grube und mithilfe mehrerer Personen zu bearbeiten.

Schritt 3 — Wandaufbau

Die Mischung wird mit einer Heugabel bis zu einer Höhe von ungefähr 70 Zentimeter auf ein Fundament aufgeschichtet, wobei bei der Wandstärke ein beidseitiger Überstand berücksichtigt werden muss. Ein nachträgliches Verdichten der Wand ist nicht notwendig, man sollte jedoch die Schichtung mit Schwung durchführen, sodass keine Hohlräume entstehen können. Wenn eine Höhe von 70 Zentimetern erreicht ist, ist eine weitere Trocknungsphase von drei bis fünf Tagen notwendig bevor man die Wand in seine schlussendliche Form bringen kann. Dies gelingt dadurch, indem man das überstehende Material der Wand mit einem scharfen Spaten senkrecht absticht. Die Trocknungszeit sollte dabei eher länger als zu kurz ausfallen, da sich der Lehm bei zu weicher Konsistenz verformt und das Wandbild uneben wird. Bei unserer Testwand aus Wellerlehm haben wir lediglich einen Tag gewartet, was dazu geführt hat, dass sich die Wand sehr schwer abstechen ließ ohne sich zu verformen. Da der Workshop danach zu Ende war, konnten wir erst nach zirka einem Monat wieder zu der Wellerlehmwand zurück kehren um sie abzustechen. Zu diesem Zeitpunkt war allerdings die Trocknung schon so weit fortgeschritten, dass dies nicht mehr möglich war. Um sicher zu gehen, sollte man daher den Trocknungsfortschritt der Wand täglich kontrollieren, um auch das Abstechen korrekt ausführen zu können. Nach dem Abstechen muss der Wandteil vor einer Aufschichtung der nächsten Satzhöhe je nach Witterung ein bis drei Wochen austrocknen. Erst nach der



Abb. 03.16: Wellerlehmwand in der letzten
Trocknungsphase bevor sie abgestochen wird

Phase ist die Wellerwand statisch belastbar und fungiert als Fundament für den nächsten Wellerwandteil.

AUFWAND

Der Verarbeitungsaufwand der Wellertechnik hält sich in Grenzen und ist daher auch gut als Methode für den Selbstbau geeignet. Was man allerdings einkalkulieren muss, ist der erhöhte Zeitaufwand der sich aus den mehreren Trocknungsphasen, die für den Weiterbau nötig sind, ergibt. Der Wellerbau ist daher eine gute Option für niedrige Bauteile oder für eine phasenweise Erbauung eines Objektes.

LEHMZIEGEL

⁸⁷⁾Vgl. Minke Gernot: Handbuch Lehmbau – Baustoffkunde, Bautechniken, Lehmarchitektur, 7.Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2009

⁸⁸⁾Vgl. Meingast Roland: Lehmbau in Niederösterreich – Unbekannte Geschichte hinter vertrauten Fassaden, Gestalte(n) – Das Magazin für Bauen, Architektur und Gestaltung, Selbstverlag, N°141, 09/2013

Abb. 03.17: durch Feuchtigkeit beschädigter Schüttkasten in Quaderstock-Bauweise in Patzmannsdorf, NÖ

Abb. 03.18: Detail der Quaderstockmauer mit 70x70 cm Blöcken



DEFINITION

Der Lehmziegel, der in Deutschland als Lehmstein bekannt ist, beschreibt einen geformten und getrockneten Körper aus Lehm. Dabei unterscheidet man zwischen luftgetrockneten Steinen, die auch als Adobe bezeichnet werden und gebrannten Steinen, die Backstein, Tonziegel oder Klinker genannt werden. Weiters definiert sich der Lehmziegel durch seine Fertigungstechnik. Dabei kann die Lehmmasse mit der Hand, durch eine Verschalung oder Ziegelmodell oder mittels hydraulischen Pressen geformt werden. Lehmziegel werden nach dem Trocknungs- oder Brennvorgang zu einer Massivwand aufgemauert.⁸⁷⁾

HERKUNFT

Die Bauweise mit Lehmziegel ist in Österreich, vorallem im östlichen Weinviertel, und in Ungarn als eine weit verbreitete Massivbauweise mit Lehm bekannt. Die Steine wurden in luftgetrockneter Form mit Lehmmörtel verbaut. Während der luftgetrocknete Lehmziegel vor allem in den Gehöften zum Einsatz kam, war der Einsatz von gebrannten Ziegeln großteils auf öffentliche, repräsentative Bauten wie dem Sakralbau und auf Herrschaftshäuser beschränkt.⁸⁸⁾ Die Verwendung von gebrannten Ziegel war bis in die Mitte des 19. Jhdts. den Adeligen und den Klöstern vorbehalten.

Der ländlichen Bevölkerung hingegen war es untersagt Lehmziegel eigenständig zu brennen, daher mussten sie diese zukaufen. Aufgrund der damit verbundenen Kosten, setzten die Bauern hauptsächlich ungebrannte Ziegel ein. Die gebrannten Ziegel hingegen verwendeten sie nur in einzelnen Reihen, die wichtige Lasten oder Knotenpunkte im Bauwerk darstellten. Je nach Verbreitungsgebiet wurden für die Lehmziegel unterschiedliche Dialektbezeichnungen wie „Loamziagl“, „Erdziagl“ oder „Kotlercherl“ wobei „Kot“ ein Synonym für Lehm war, gefunden.⁸⁹⁾ Voraussetzung für die Lehmziegelherstellung war allerdings, dass geeigneter Lehm frei von Verunreinigungen und Störfaktoren für die Produktion der Ziegel örtlich vorhanden sein musste. Mit der Verwendung von Zuschlägen kam der neue Begriff des Strohlehmziegelbaus auf. Hierfür war im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Lehmziegeln auch für die Lehmziegel ungeeigneter, mittelmäßig bindiger Lehm geeignet. Mit der Vermischung des Lehms mit Stroh, oder auch im umgangssprachlichen Gebrauch „G'hack“, Spreu oder auch „Äum“, erzielte man diese Anforderungen.⁹⁰⁾ Anders als bei den Lehmziegeln, deren Formate sich mit 29x14x6,5 Zentimeter an den zeitgleich gebrannten Mauerzie-

geln orientierten, wurden die luftgetrockneten Strohlehmziegel in dem Format 30x15x15 Zentimeter hergestellt. Dieses Format kennzeichnet das sogenannte Quaderstockmauerwerk.⁹¹⁾ Es waren jedoch auch andere Sonderformate des Quaderstocks bekannt, wie es beispielsweise ein alter Schüttkasten in Patzmannsdorf/NÖ aufzeigt. (Abb. 03.17 & 03.18) Die Lehmquader entstanden in den Maßen 70x70 Zentimeter, wobei eine Kiste als Formgebung der Lehmquader diente, oder diese direkt auf dem Boden gemischt und durch Spaten in Form gebracht wurden.⁹²⁾ Verbreitet war der Strohlehmziegel im westlichen Weinviertel, der Lehmziegel hingegen im östlichen Teil. Das könnte möglicherweise mit der regional unterschiedlichen Lehmqualität innerhalb des Weinviertels zusammenhängen. Beide Ziegelbautechniken wurden in Österreich zeitgleich bis in die Mitte des 19. Jhdts. verwendet, ob der Strohlehmziegel von der Bautechnik

⁸⁹⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm- bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 22-24

⁹⁰⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm- bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 22-24

⁹¹⁾ Vgl. Kugler Hannes: Lehmverwendung im Spiegel der Zeit, Berichte Geol. B.-A- 80, NÖ Geotage, Haindorf bei Langenlois, 2009, S. 19

⁹²⁾ Vgl. <http://www.patzmannsdorf.at/Schuettkasten11.html>, 6.12.2014



Abb. 03.19: bis ins 20 Jhdt. verwendetes Ziegelmodell aus Stettenhof
Abb. 03.20: Ziegelmodell aus Holz für drei Ziegel aus dem Workshop in Sopron

des ursprünglichen Ziegels oder des Lehmwuzelbaus abstammt konnte wegen der fehlenden Altersbestimmung nicht ausgeforscht werden.

In Ungarn findet man ausschließlich hauptsächlich luftgetrocknete Lehmziegel, die sich am Ende des 19. Jhdts. als häufigste Lehmbautechnik verbreitet hat.⁹³⁾

ANWENDUNG STROHLEHMZIEGEL

Schritt 1 — Ziegelmodell

Zu Beginn der Herstellung von Lehmziegeln steht das Anfertigen eines Ziegelmodells. Historisch gesehen wurden diese meist als geschlossene Form mit Boden konstruiert.⁹⁴⁾ Da durch diese Methode jedoch das Herausschlagen des Ziegels mit erhöhtem Aufwand verbunden ist, haben wir uns dazu entschlossen, uns von den Ziegelmodell außereuropäischer Kulturen inspirieren zu lassen, die keinen Boden aufweisen. Vor der Konstruktion des Modells kann man die Ziegelmaße je nach Bauaufgabe und Wirkung, die die aufgemauerte Wand erzielen soll, definieren. Von einer Höhe über 14 Zentimeter ist jedoch abzuraten, da dies die Qualität der Lehmziegel während des Trocknungsprozesses durch Rissbildung mindern kann. Weiterhin sollte man die Maße des Modells um zirka eineinhalb Zentimeter größer dimensionieren, da der Ziegel wäh-

⁹³⁾ Vgl. Kovács Zsuzsa, Sári Zsolt: Lehmarchitektur im ungarischen Freilichtmuseum Szentendre, in Lehm- und Ziegelbau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 27

⁹⁴⁾ Vgl. Maldoner Bruno, Schmid Wilhelm: Zum traditionellen Lehm- und Ziegelbau in Österreich - Eine Annäherung, in Lehm und Ziegel, Kultur Niederösterreich, Band 39, S.9



rend der Trocknung um dieses Maß schwindet. Das Ziegelmodell für den Workshop wurde mit 29x14,5x13 Zentimeter Innenlichte pro Ziegel so dimensioniert, dass drei Ziegel in einer Form hergestellt werden können. Das Model sollte vor der Verwendung in Wasser eingelegt werden, sodass sich die Ziegel leichter aus der Form lösen.

Schritt 2 — Lehmmischung

Der Lehm wird in Wasser eingemaukt. Das Lösen des Lehms kann je nach seiner Beschaffenheit einige Stunden dauern. Je länger der Lehm gemaukt wird, desto besser ist seine Qualität. Man kann den gemaukten Lehm jederzeit mit Wasser gesättigt stehen lassen, vor der Verwendung wird das überschüssige Wasser abgegossen. Das folgende Mischungsverhältnis hat sich nach mehreren Probeziegel während des experimentellen Lehm bauworkshops in Sopron als das Geeignetste herausgestellt:

1 Teil Lehmschlämme

2 Teile Sand

0,5 Teile Strohhäcksel ⁹⁵⁾

Die einfachste Methode die Inhalte miteinander zu vermengen ist jene alles auf einer Plane in einer Grube zusammen zu fügen und mittels Hebebewegungen der Plane zu einer einheitlichen Masse

Abb. 03.21: Vermengen von Lehm | Sand | Stroh

Abb. 03.22: Mischprozess

Abb. 03.23: Lehmmischung im Ziegelmodel

⁹⁵⁾ Stroh, das in zirka drei Zentimeter lange Stücke gehackt wird.



Abb. 03.24: Strohlehmziegel

zu durchmischen. Sollte die entstandene Masse zu trocken sein, kann man nach und nach Wasser hinzufügen. Man muss jedoch dabei beachten, dass sie nicht zu flüssig wird, da der Ziegel sonst nach dem Lösen des Modells seine Form verliert. Die anzustrebende Konsistenz ist nicht bröselig und eine Zwischstufe von plastisch zu zähflüssig.

Schritt 3 — Herstellung

Bevor man das Ziegelmodell mit der Lehmischung befüllen kann, muss es in Wasser eingelegt werden. Danach wird das Modell sowie die Unterlage mit Sand bestreut, damit sich der Ziegel leichter aus der Form löst.

Um die Ziegel herzustellen, nimmt man mit den Händen Lehmpatzen auf und wirft sie mit Schwung in die Ziegelform. Der Vorgang muss möglicherweise wiederholt werden, bis die Form komplett gefüllt ist. Durch den Schwung des Einbringens verdichtet sich die Masse automatisch, ein zusätzliches Verdichten ist nicht nötig. Der überschüssige Lehm wird mittels einer Holzleiste abgezogen und kann in die nächste Ziegelform eingebracht werden. Wenn alle Modelle befüllt sind, löst man die Form mit seitlich rüttelnden Bewegungen und zieht sie gleichzeitig nach oben ab. Wenn der Ziegel seine ursprüngliche Form behält, war das Verhältnis der Lehmischung ideal. Sollte der Ziegel jedoch teilweise abbröseln oder seine Form verlieren, muss die Mischung entweder durch Zugabe von Wasser oder Sand optimiert werden.



Abb. 03.25: Vorbereitung der Ziegel zum Vermauern

Abb. 03.26: Lehmziegelmauer mit Lehmörtel



Schritt 4 — Trocknung und Vermauerung

Die Trocknung der Ziegel sollte gleichmäßig erfolgen um ein einheitliches Schwinden zu gewährleisten. Hierfür ist es wichtig, dass die Unterlage auf der die Ziegel getrocknet werden sollen, gesandet wird. Dadurch wird verhindert, dass der Ziegel während des Schwindens an der Unterlage haftet. Weiters sollte man die Lehmziegel, nach einer kurzen Trocknungsphase, um 90 Grad drehen und hochkant aufstellen. Wenn die Ziegel vollständig ausgetrocknet sind, können sie entweder als Ausfachung oder als Massivwand mit Lehmörtel aufgemauert werden.

AUFWAND

Die Herstellung von Lehmziegeln ist mit geringem Aufwand verbunden, wenn man die Grundlagen wie die Lehmmischung und die Ziegelmodel zur Verfügung hat. Die Lehmmischung kann man vorausschauend in großen Mengen vorbereiten und sie ist leicht verarbeitbar. Man braucht zur Ziegelherstellung keine zusätzlichen Arbeitsgeräte. Was man jedoch beachten sollte ist, dass man zur Trocknung der Ziegel eine möglichst große und vor Regen und direkter Sonne geschützte Fläche benötigt.

WUZELMAUER

DEFINITION

Für eine Wuzelmauer, die in Deutschland unter dem Namen Lehm-
patzenbau bekannt ist, wird aus der Lehmgrube entnommener
Lehm mit Strohhäcksel gemischt und zu einer Art Leimbrot ge-
formt. In feuchtem Zustand werden die Lehmwuzeln im Verband
ohne zusätzlichen Mörtel kräftig aufeinander geschlagen bis eine
Höhe von zirka 70 Zentimeter erreicht ist.⁹⁶⁾ Danach ist wie beim
Wellerbau eine Trocknungsphase erforderlich bevor die nächste
Schicht aufgebracht werden kann.

HERKUNFT

Die Wuzelmauer ist länderübergreifend im Weinviertel über das
Burgenland hinaus und in Ungarn nachgewiesen, es handelt sich
jedoch um eine Sonderform auf Grund der wenigen Hinweise.⁹⁷⁾
Technisch gesehen ist die Wuzelmauer mit dem Wellerbau ver-
gleichbar. Möglicherweise hat man sich je nach vorhandenen
Lehmqualitäten für die optimale Verarbeitungsweise entschieden.
Die Bauweise zählt zur wahrscheinlich ältesten Art mit Lehm zu
bauen, bereits in der Zeit vom 7. bis zum 9. Jhd. wurden Lehmfun-
damente im Weimarer Gebiet, das in der Antike gemeinsam mit
dem heutigen Weinviertel Teil der Germania libera war, archäo-
logisch nachgewiesen.⁹⁸⁾ Für die Lehmfundamente wurden läng-

⁹⁶⁾ Vgl. <http://www.versoehnungskapelle.de/texte/seite.php?id=108541%20>, 21.12.2014

⁹⁷⁾ Vgl. Kugler Hannes: Lehmverwendung im Spiegel der Zeit, Berichte Geol. B.-A- 80, NÖ Geotage, Haindorf bei Langenlois, 2009, S. 18/19

⁹⁸⁾ Vgl. Ziegert Christof: Lehmwellerbau - Konstruktion, Schäden und Sanierung, Berichte aus dem Konstruktiven Ingenieurbau, Frauenhofer IRB, 2003, S. 62



Abb. 03.27: Detail eines Lehmputzenbaus in Niederösterreich

Abb. 03.28: Scheune aus Lehmklumpen in Klenovice, Mähren

⁹⁹⁾ Vgl. Wawruschka Celine: Frühmittelalterliche Siedlungsstrukturen in Niederösterreich, Band 68, Austrian Academy of Sciences Press, 2009, S. 115



liche, kniehohe Gruben mit bis zu einem Meter Breite ausgehoben und mit dem Aushubmaterial in Form von Lehmwuzeln ausgemauert. Ob die Lehmfundamente die Ausgangsbasis für die später aufkommenden Wohngruben darstellen, ist nach Angaben in der Literatur nicht eindeutig geklärt. Beispielsweise lehnt Wawruschka die Interpretation derart schmaler, frühmittelalterlicher Gruben als Wohngruben ab.⁹⁹⁾

Die Wuzelmauer stellt neben der massiven Bauweise auch eine Ausfülltechnik dar, die in Kombination mit Ständerbauten angewendet wurde. Die Ausfachungen erfüllen hier die wichtige Aufgabe, dass sie die statischen Nachteile eines Pfostenbaus kompensieren können.

ANWENDUNG

In Sopron haben wir die Bauweise für eine bereits existierende Ausfachung angewendet. Dafür fertigt man eine Lehmmischung an, die der Mischung von Strohlehmziegel entspricht. Es kann auch schwach bindiger Lehm mit einem relativ geringen Tonanteil verwendet werden. Die Maße für die Lehmputzen, Lehmbröte oder Lehmwuzel kann variieren, man sollte jedoch darauf achten, dass sie sich der Ziegelmaße annähern um eine gleichmäßige Austrocknung zu gewährleisten. Die geformten Ziegel verlegt man, ohne zusätzlichen Mörtel, im feuchten Zustand durch kräftiges aufeinander schlagen. Bei der Methode der Ausfachung muss die Höhe von 70 Zentimeter für eine Trocknungsphase nicht unbedingt eingehalten werden, da die Lasten von dem Ständerwerk übernommen werden. Fertigt man jedoch eine Massivwand aus Wuzeln an, muss man vor der Aufstockung einer neuen Schicht eine Trocknungsphase einplanen, da die untere Schicht der nächsten als Fundament dienen soll, und somit erst durch die Trocknung die entsprechenden Lasten übernehmen kann.

AUFWAND

Wie wir bei der Herstellung einer Ausfachung aus Wuzeln bzw. Lehmputzen feststellen konnten, ist der Erzeugungsaufwand der Technik sehr gering. es kann auch schwach bindiger Lehm für die verarbeitung genutzt werden. Als Zuschlagstoffe können je nach Vorkommen Strohhäcksel oder andere faserige Naturmaterialien dienen. Die Art des Bauens war sehr beliebt, da schnell, mit wenig Aufwand und in Handarbeit tragende Bauteile, meist Wände, aufgebaut werden konnten.



Abb. 03.29: Wuzelmauer aus dem Lehmworkshop in Sopron

LEHM-HOLZ VERBUNDBAUWEISEN

LEHMFLECHTWERK

Definition

Als Lehmflechtwerk bezeichnet man eine Fülltechnik, die hauptsächlich bei Holzständer- oder Fachwerkhäusern zum Einsatz kommt. Hierfür werden innerhalb des Rahmens weitere Holzstaken fixiert, die mit Zweigen, Schilf oder anderen pflanzlichen Materialien umflochten werden.¹⁰⁰⁾ Die Flechtwerke werden anschließend mit Lehm aufgefüllt um eine Dichtigkeit zu erreichen.

Herkunft

Das Lehmflechtwerk ist die historisch gesehen älteste Methode einer Wandkonstruktion und gilt als Standardmischbauweise mit Lehm und Holz. Einen Hinweis darauf, dass es sich um die früheste Art einer Wandkonstruktion handelt, gibt uns das Wort Wand, das von winden, Gewinde abstammt. Die „Riadlwand“ gilt als die erste Flechtwerkwand in Österreich, die aber leider nicht mehr gesichert nachweisbar ist. Sie wurde aus geflochtenen Haselruten als Traggerüst gefertigt und mit einer dicken Lehmschicht verputzt.¹⁰¹⁾

Anwendung

Grundlage für die Umsetzung beim Lehmbauworkshop in Sopron, stellt die bereits existierende tragende Konstruktion in Form eines Holzrahmens dar. Innerhalb des Rahmens haben wir senkrecht

¹⁰⁰⁾ Vgl. Gerner Manfred: Fachwerk - Entwicklung, Instandsetzung, Neubau, Deutsche Verlags-Anstalt, München, 2007, S. 19

¹⁰¹⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, in Lehm - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 27

Abb. 03.30: Grafik Ausfülltechnik mit Flechtwerk und Lehmbewurf

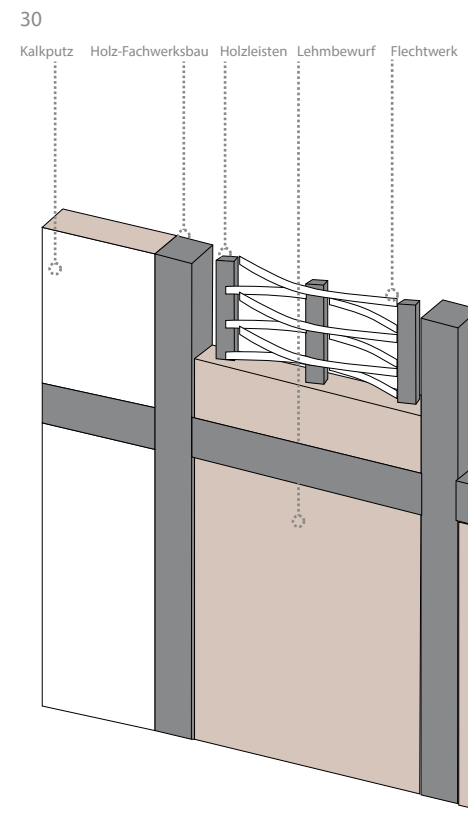


Abb. 03.31: Flechtwerkwand mit Lehmewurf aus dem Workshop in Sopron



Holzleisten befestigt, dabei sollte man eine Anzahl von drei Stück nicht unterschreiten, um ein Einflechten zu ermöglichen. Für ein Flechtwerk kann man jegliche Arten von Ästen oder Zweige benutzen, die Vorort vorhanden sind. Um die Äste besser verarbeiten zu können, sollte man allerdings darauf achten, sie einen Tag vor der Verarbeitung in Wasser einzulegen, sodass sie sich leichter biegen lassen. Die Äste werden in nassem Zustand um die bereits befestigten Holzstaken gewickelt. Davor kann man die Länge des Astes an der zu befüllenden Rahmenkonstruktion abmessen, indem man mindestens die Länge des Rahmens plus einen Puffer von zirka fünf bis zehn Zentimeter annimmt. Der Ast wird nun in die Konstruktion eingezogen, wobei die nächste Reihe gegengleich ausgeführt wird, um somit die Festigkeit der Wandkonstruktion zu erlangen. Eine zusätzliche Fixierung der Äste ist dabei nicht notwendig.

Das Flechtwerk wurde im traditionellen Sinn meistens mit Lehm aufgefüllt. Die Anwurftechnik zeichnet sich dadurch aus, dass ein Gemisch aus Lehm und Strohhäcksel zuerst von innen und danach von außen auf das Geflecht angeworfen und verstrichen wird. Durch den hohen Strohananteil bei den Ausfachungen kann man die Wärmedämmfähigkeit stark verbessern. Wenn jedoch eine Luftzirkulation gewünscht ist, kann das Flechtwerk auch unverputzt belassen werden.

Aufwand

Gegensätzlich zu den Massivbauweisen, ist das Ausfüllen von Rahmenkonstruktionen mit weniger körperlicher Anstrengung verbunden, da die Menge an Lehm anders dimensioniert werden kann. Mit zeitlichem Aufwand ist allerdings im Vergleich mit den Massivbauweisen, auch bei den Ausfülltechniken zu rechnen. Hier muss durch weniger Material, die selbe Dimension an Wandfläche ausgefüllt werden und auch das filigrane Arbeiten bringt erhöhten Zeitaufwand mit sich.



¹⁰²⁾Vgl. Röhlen Ulrich, Ziegert Christof: Lehm-bau-Praxis, Planung und Ausführung, 2., vollständig überarbeitete Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2014, S. 273 ff.

¹⁰³⁾Vgl. Graumann Uwe, Krassuki Martin, Lehmann Kerstin, Peters Jürgen, Pohl Sabine: Regionaltypisches Bauen und energieeffizientes Sanieren in der Region Barnim-Uckermark, 1. Auflage, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2013, S. 35

Abb. 03.32: Wickelstaken als Ausfachungstechnik

LEHMSTAKEN ^{102) 103)}

Der Stakenbau kommt beim Fachwerkshaus gleichermaßen wie das Lehmgeflecht als Ausfülltechnik zur Anwendung, gegenüber dem Lehmgeflecht ist der Stakenbau aber auch zur Ausfachung von Decken geeignet. Es wird zwischen den horizontal angeordneten Staken, die meist als Wickelstaken ausgeführt werden, und den vertikal eingepassten Staken unterschieden. Letztere werden auch zur Ausfachung von Decken verwendet. Beide Techniken werden die Staken zwischen dem Holzskelett eingepasst. Der Unterschied besteht darin, dass die Wickelstaken, bevor sie zwischen die Holzstützen in einer Nutführung eingebracht werden, mit einer Lehm-Strohmischung umwickelt und im feuchten Zustand aufeinander geschichtet werden. Die vertikalen Staken werden bevor sie mit Strohlehm beworfen und ausgerieben werden, angespitzt und dicht aneinanderstehend in die Holzkonstruktion montiert.⁴⁾ Die Oberflächen können bei beiden Methoden danach geglättet oder verputzt werden.

Anwendung Wickelstaken

An den vertikalen Rahmenelementen des Holzbaus müssen im ersten Schritt Leisten montiert werden, die als Schiene für die einzupassenden Staken dienen soll. Sie übernehmen sie seitlichen Lasten, die durch Wind oder Mensch verursacht werden. Die Staken sind so zu dimensionieren, dass sie der Breite des zu befüllenden Elements entsprechen. Für die Lehmmischung wird eingemaukter Lehm

Abb. 03.33: Herstellungsprozess Wickelstaken
 Abb. 03.34: Detail der Stakenwand mit seitlicher
 Führungsschiene



verwendet, der mit Stroh ab einer Länge von zwölf Zentimetern vermischt wird. Das Mischungsverhältnis kann dabei variieren, eine flüssige Konsistenz ist jedoch nicht verarbeitbar. Die Mischung wird rund um die Staken in einer Stärke von vier bis fünf Zentimeter aufgebracht und festgedrückt. Dabei hat sich heraus gestellt, dass es am einfachsten ist, die Stake immer wieder zu drehen um den Druck auf alle Seiten gleichmäßig ausüben zu können. Es können auch Lehmknödel aus der Mischung geformt werden, die man auf die Staken aufspießt. Diese Methode funktioniert jedoch nur dann, wenn der Staken angespitzt wurde und das Stroh nicht zu lang ist. Der umwickelte Staken wird danach in die vorbereitete Schiene eingebracht. Abstehendes Stroh kann dabei an die zuvor eingebauten Staken umgeschlagen und geglättet werden. Durch den Einbau der feuchten Wickelstaken die aufeinandergesteckt werden entsteht eine kompakte Wand ohne Luftdurchlässe. Um eine gerade Wand zu erhalten, wird die Stakenwand mit Lehmputz beworfen und mit einem Brett oder Kelle gerade abgezogen.

Aufwand

Die Herstellung von Wickelstaken ist problemlos und auch zeitlich gesehen zählt sie zu einer schnell realisierbaren Ausfülltechnik. Auch das Anmischen des Strohlehms geht leicht von der Hand und die Konsistenz kann bei Bedarf schnell und einfach nachgebessert werden.

LEICHTLEHM ¹⁰⁴⁾

Definition

Leichtlehm definiert eine Ausfülltechnik ohne tragende Funktion, die als Hauptbestandteil Stroh aufweist, das mittels einer Lehmschlämme die erforderliche Bindekraft erhält.

Anwendung

Leichtlehm findet vor allem im Holzständer- oder Fachwerksbau seine Verwendung. Die Gefache werden dafür mit dem Leichtlehm in verschiedenen Techniken ausgefüllt. Dabei zu beachten ist, dass die Füllungen auch nach Trocknung stabil im Rahmen sitzen und nicht wackeln. Dafür müssen die bei der Trocknung seitlich zum Fachwerk hin auftretenden Schwindrisse im Nachhinein mit Lehm- masse gefüllt werden. Ist Leichtlehm der Witterung ausgesetzt, empfiehlt es sich die Leichtlehmwand mit Putz und ein bis zwei Lagen Kalkmörtel wetterbeständig auszuführen. Leichtlehmelemente werden auch in der Gegenwart oft im Zuge von Sanierungsarbeiten als Vorsatzschale ausgeführt. Dies hat den Vorteil einer zusätzlichen Wärmedämmung, wenn das historisch ausgeführte Mauerwerk zu gering dimensioniert wurde. Vorsatzschalen kann man sowohl mit Leichtlehmziegeln, die direkt an die Außenmauer auf einer Füllschicht aus Lehmmörtel aufgemauert werden, oder als Leichtlehmwände, die mittels einer Gleitschalung oder einer verlorenen Schalung aus Schilfrohwurzel konstruiert werden, ausführen.¹⁰⁵⁾

¹⁰⁴⁾ Vgl. Vollhard Franz: Leichtlehm- bau – alter Baustoff – neue Technik, 5. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH, Heidelberg, 1995

¹⁰⁵⁾ Vgl. http://www.dachverband-lehm.de/de/03_baustoff/03-3c_baustoff_technik.htm#-vorsatzleichtlehm, 17.10.2014



Abb. 03.35: Leichtlehmwand in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen als Ergebnis der Lehm bauworkshops

Leichtlehmwand als Ausfachungstechnik

Für die Ausfachung mit Leichtlehm benötigt man eine Schalung, die man an der tragenden Konstruktion befestigt. Wie auch bei den anderen Ausfüllmethoden, muss man im Voraus eine Holzleiste an der Innenseite des Rahmens befestigen. Diese ist wichtig für die Quersteifigkeit und um die Wand gegen seitliche Lasten zu stabilisieren. Anschließend wird langes Stroh in eine sehr wässrige Lehmschlämme getaucht, wofür man auch gut das oben abgesetzte Wasser eines eingemaukten Lehms verwenden kann, und in die Schalung gedrückt. Man fährt so fort bis die Schalung befüllt ist. Vor dem Entfernen der Schalung, das durch seitliches Wegschieben passiert, muss gegensätzlich zum Stampflehm eine Trocknungsphase von mindestens einem Tag eingehalten werden. Danach kann die Wand vollständig austrocknen. Eine Tragfähigkeit ist jedoch auch nach Trocknung nicht gegeben.



Abb. 03.36: Leichtlehmziegel beim Trocknungsprozess

Abb. 03.37: vermauerte Leichtlehmziegel als Ausfachung der Fachwerkhütte in Sopron

Leichtlehmziegel als Ausfachungstechnik

Für die Herstellung von Leichtlehmziegel ist, wie auch bei der Lehmziegelherstellung, ein Ziegelmodell nötig, in das die Lehmmischung eingebracht wird. Die Mischung der Leichtlehmziegel besteht aus zirka drei Zentimeter langen Strohhäcksel, die in eine Lehmschlämme getaucht und in das Ziegelmodell eingebracht werden. Nach einer Antrocknungsphase von mindestens einer halben Stunde kann das Ziegelmodell entfernt werden. Die vollständig luftgetrockneten Ziegel werden mit Lehmörtel, der mit Strohhäcksel gemischt wird, im Verband aufgemauert. Dadurch, dass der Lehmörtel dieselben Zuschläge wie der Ziegel hat, entsteht eine homogene Wandfläche.

Die Leichtlehmziegel werden vor dem Vermauern in Wasser getaucht und mit dem Lehmörtel verstrichen. Bei jeder zweiten Lage werden Nägel schräg durch die Leichtlehmziegel in die seitliche Holzständerkonstruktion geschlagen um die Quersteifigkeit und Stabilität zu erhöhen.



Abb. 03.38: lehmverputzer Blockbau; Preßhaus aus Moschendorf/Güssing im Freilichtmuseum Gerersdorf

Abb. 03.39: Lehm-Holzblockbau in Niederösterreich



LEHMBLOCKBAU

Definition

Der Blockbau ist eine massive Holzkonstruktion, die bereits seit dem Neolithikum bekannt ist.¹⁰⁶⁾ Durch das Aufeinanderschichten von Holzblöcken entsteht ein meist rechteckiger oder quadratischer Grundriss. In Verbindung mit Lehmputz spricht man von Lehmblockbau, da dieser in einer dicken Schicht aufgebracht wird und dadurch die Brandbeständigkeit des Holzes gewährleistet.

Herkunft ^{107) 108)}

Der lehmverputzte Blockbau ist seit der Antike bekannt, jedoch wurde er erst in der Eisenzeit durch das Aufkommen von kostengünstigen Holzbearbeitungswerkzeugen als Massenbauweise etabliert. Zu finden sind diese teils hunderte Jahre alten Bauwerke im geschlossenen Siedlungsverband vor allem im Waldviertel, im Südburgenland und in der Steiermark, wo der Lehmblockbau die wohl ältesten Lehmbaumethoden des Flechtwerks und des Massivlehms ablöst. Im 18. Jhdt. führt jedoch der vermehrte Bedarf an Bauholz in Wien zu einer Verdrängung des Blockbaus und die Lehmziegeltechnik setzte sich landesweit durch. Im heutigen Burgenland bleibt die Technik andererseits bis weit in das 19. Jhdt.

¹⁰⁶⁾ Vgl. Phleps Hermann: Holzbaukunst - Der Blockbau, Karlsruhe, 1942

¹⁰⁷⁾ Vgl. Meingast Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 26

¹⁰⁸⁾ Vgl. Válka Miroslav: Lehm in Mähren und seine historische Beziehung zum Pannonischen Raum, In: Lehm - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014, S. 37 ff.

¹⁰⁹⁾Vgl. <http://www.freilichtmuseum-gerersdorf.at/rundgang.htm>, 21.12.2014

¹¹⁰⁾Vgl. <http://www.zelking.com/geschichte/70-diverses/101-vom-lehm-bis-zum-ziegel.html>, 21.12.2014

parallel zu den anderen Lehmbautechniken bestehen. Hier findet man auch heute noch einige der kulturgeschichtlich wertvollen Holzblockbauten, wie beispielsweise ein Preßhaus aus dem 19. Jhd. aus Moschendorf/Güssing, das in das Freilichtmuseum Gerersdorf übertragen wurde, um es vor dem Verfall zu retten. Dieses Preßhaus repräsentiert einen typischen lehmverputzten Blockbau mit zwei Räumen und einem Erdkeller.¹⁰⁹⁾

Anwendung

Die nachgewiesene älteste Methode des Lehmblockbaus stellt die Technik des Wickelbaums dar, die entwickelt wurde, bevor man noch die Baumstämme kantig abschlagen konnte. Hierfür wurden entrindete Rundhölzer umwickelt mit Stroh und Lehm aufeinandergeschichtet und durch mittig angesetzte Holznägel verbunden, um die Tragfähigkeit zu erhöhen.¹¹⁰⁾ Meistens wurden in der Technik Decken ausgeführt, die durch die Umwicklung von Lehm und der zusätzlichen Aufschüttung von unbrennbarem Material wie Schutt, feuerbeständige Eigenschaften mit sich trug.

Bei der weiterentwickelten Form des Blockbaus, der auf den Fortschritt geeigneter Holzbearbeitungswerkzeuge zurückzuführen ist, werden

kantig behauene Baumstämme aufeinandergeschichtet. Die Sicherung der Holzstämme übernehmen große, hözerne Dübel, die in regelmäßigen Abständen eingeschlagen werden. Um den Feuerwiderstand der Holzkonstruktion zu erhöhen und anfällige Fugen zu schließen, wird sie mit einer beinahe faustdicken Lehmschicht innen und außen überzogen.

Der Lehmputz wird auf den vorbereiteten Putzgrund aufgetragen. Dafür muss die Oberfläche von Staub befreit und angefeuchtet werden und benötigt bei zu glatter Oberfläche einen Putzträger. Beim Blockbau wurden in traditioneller Bauweise Holznägel in regelmäßigen Abständen in die Holzblöcke geschlagen. Strohmatte oder kleine Äste können hierfür aber genauso gut verwendet werden. Die Putzmasse wird von unten nach oben in Patzen an die Wand geworfen und nach einer kurzen Trocknungspause, in der die Lehmmasse etwas anzieht, mit einer Holzleiste abgezogen. Der Lehmputz muss zirka einen halben Tag antrocknen, bevor er nochmals mit Hilfe einer Holz- oder Metallkelle unter Druck nachverdichtet werden kann.

Bei der Umsetzung eines Lehmputzes braucht man allerdings viel Erfahrung und etwas Übung mit dem Umgang des Materials. Das hat auch unser Workshop bestätigt, indem wir auch die Technik des Verputzens ausprobiert haben. Als Ausgangsbasis ist die richtige Lehmischung für den Putz ausschlaggebend, die sich auch von der Qualität des vorhandenen Lehms ableitet. Folgende Mischung hat sich nach längerem Experimentieren innerhalb der Workshops im Endeffekt bewährt:

1 Teil trockener und gesiebter Lehm

3 Teile Feinsand

zirka eineinhalb Liter Wasser

Mit der Zugabe von Zuschlägen wie Stroh lässt sich der Putz besser verarbeiten und es entstehen in der Trocknungsphase weniger bis keine Risse. Diese Methode wurde auch meistens bei den Blockbauten angewendet, um eine bessere isolierende Wirkung zu erzielen und die Rissbildung aufgrund der Dicke der Putzschicht zu minimieren. Folgendes Mischungsverhältnis haben wir getestet:

1 Teil trockener und gesiebter Lehm

1 Teil Pferdedung

2 Teile zerkleinertes Stroh

Bei der Aufbringung des Putzes zeigten sich schon die ersten positiven Ergebnisse, da die Mischung leichter zu handhaben war. Auch bei der Nachverdichtung und Glättung des Putzes konnten wir feststellen, dass der Putz durch die Zugabe von Stroh weniger sensibel auf ungeübte Bewegungen reagierte. Im trockenen Zustand überzeugte uns das Ergebnis, da keine Rissbildungen vorzufinden waren.

Abb. 03.40: Feinputz im unteren Bereich mit Farblasur
Abb. 03.41: Grobputz mit Stroh



104

LEITFADEN

Der Leitfaden fasst die im Praxisbeispiel erworbenen Erkenntnisse zusammen und sollte eine Hilfestellung für weitere Lehmbauprojekte darstellen. Mit Hilfe einer Checkliste kann man sich für neue Bauaufgaben Lösungsvorschläge und Ideen aus dem Anwendungsbeispiel holen.

Abb. 04.1: Planungswerkzeuge



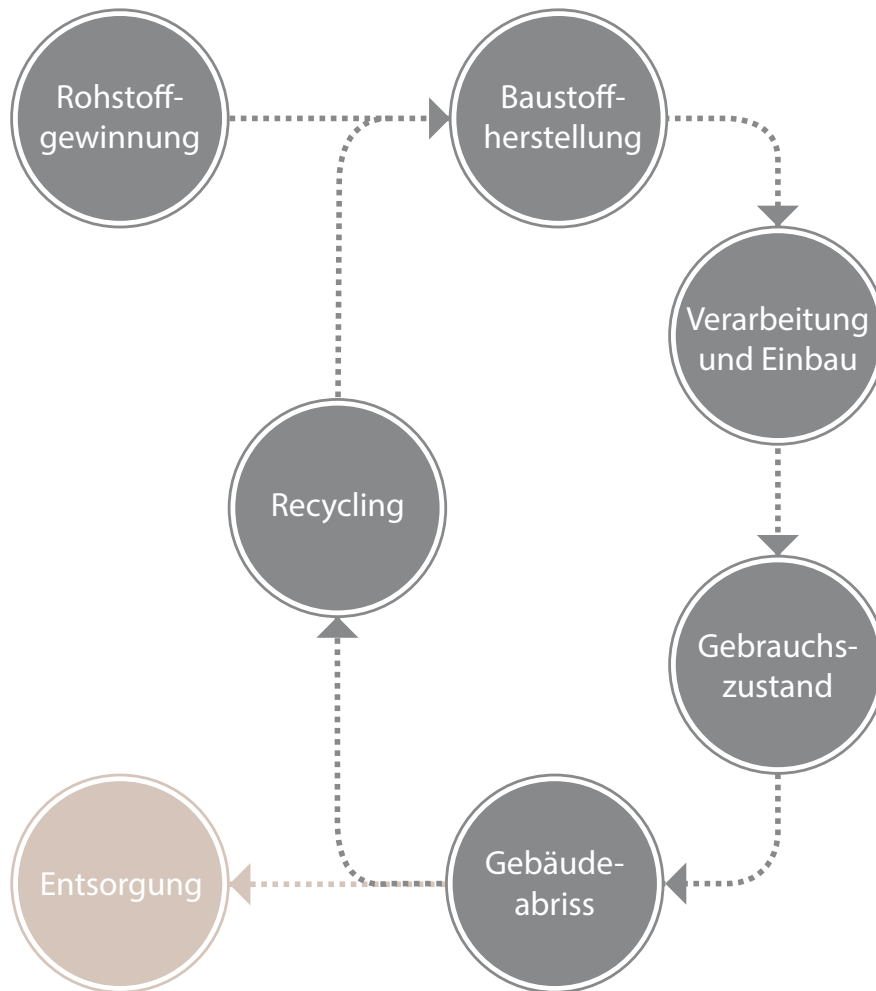
2,76	2,65
2,96	2,76
3,07	2,86
3,18	3,07
	3,18

GRUNDLAGEN

Um sich für eine Bauaufgabe mit Lehm zu entscheiden, muss man sich zumindest folgende Grundsatzfrage stellen: Möchte man etwas schaffen, das aus natürlichen Materialien aufgebaut wird und damit ressourcenschonend mit der Umwelt umgeht? Etwas, wo man eigene Ideen im Bauprozess verwirklichen kann und durch den Einsatz des Materials die Tradition und die damit verbundene Geschichte bewahrt?

Diese Entscheidung setzt eine gewisse Lebenseinstellung voraus, die sich darin äußert bewusst ökologisch bauen zu wollen. Das beinhaltet auch den Einsatz von Baumaterialien unter Betrachtung ihrer Lebenszyklen, denn während der gesamten Nutzungsdauer des Gebäudes müssen die anfangs definierten Anforderungen, unabhängig von dem Einsatz der Materialien, erfüllt sein. Diese Anforderungen ergeben sich aus der Gebäudenutzung, die durch äußere Einwirkungen und einer natürlichen Alterung der verarbeiteten Baustoffe sowie alltäglichen Beanspruchungen definiert wird. Pflege ist bei Lehmbauten meist intensiver als bei konventionellen Bauten, doch wenn man sich dafür entscheidet, bietet der Lehm durch seine Eigenschaften eine Wohnqualität, die mit einer dritten Haut verglichen werden kann. Somit gleicht sich der Aufwand mehr als nur aus.

Abb. 04.2: Gebäudezyklus eines Lehmbaus



WELCHES BAUVORHABEN IST FÜR MICH GEEIGNET?

Unterschiedliche Faktoren bestimmen den Einsatz von Lehm in Bauvorhaben unterschiedlicher Größe. Zu den wichtigsten Faktoren zählen jedoch die Zeit, die man aufwenden möchte und die Experimentierfreudigkeit mit dem Material. Wenn man bereit ist sich mit dem Material und seinen Eigenschaften auseinander zu setzen, steht auch einem großen Projekt, wie einem Neubau, nichts im Wege.

Um die Größe eines Bauvorhabens zu definieren kann man den Einsatz von Lehm auf zwei Bereiche aufgliedern - den nachträglichen Einsatz im Innenraum eines Gebäudes und den direkten Einsatz in der Bausubstanz, um von Grund an ein neues Objekt zu schaffen. Dadurch lässt sich der zeitliche Faktor ableiten und auch die Materialmenge, die zur Verfügung stehen muss.

Innenraum

Baumaßnahmen im Innenraum gehören zu einem kleinen Eingriff mit großer Wirkung, da schon durch Vorsatzschalen aus Lehm oder Lehmputz ein besseres Raumklima erreicht werden kann. In die Wände lassen sich auch Kühl- oder Wärmeleitungen integrieren, sodass diese neben der Feuchteregulierung auch die Wärmeregulierung übernehmen können. Setzt man Vorsatzschalen aus Stampflehm gezielt im Innenraum ein, können diese auch als gestalterisches Mittel verstanden werden, da deren horizontale Gliederung und die naturbelassene, rohe Form dem Raum einen besonderen Charakter verleihen. Auch massive Wände können im Nachhinein in ein Gebäude integriert werden, um durch deren Massigkeit eine positive Auswirkung auf das Raumklima zu erhalten.

Außenraum

Im Außenraum hat man eine Vielzahl von Möglichkeiten, die von skulpturalen Eingriffen in die Landschaft bis hin zum Erbau eines gesamthaf-ten Gebäudes reichen. Weiters lässt sich hier auch die Sanierung und Revitalisierung von Altbauten einordnen, da hierfür meist mit Abbruch und Neubau von Gebäudeteilen durch die neuen Raumanforderungen zu rechnen ist. Lehm- bau im Außenraum ist mit mehr Aufwand verbunden, da man die Lehm- bauteile gegenüber dem Wetter und vor Durchfeuchtung auch während des Bauprozesses schützen muss. Die Schutz- maßnahmen, die meist darin bestehen, Zuschläge als Stabilisatoren einzusetzen und die Mauerkrone und den Sockel wetterfest auszubilden, müssen mit einkalkuliert werden.

CHECKLISTE

Die folgende Checkliste widmet sich kleiner Bauvorhaben, von einer Größenordnung eines Gartenhauses, die in Selbstbauweise durchgeführt werden können. Möchte man ein Wohnhaus errichten, müsste man Parameter, wie die Planung durch Professionisten und Baufirmen, die für das Dach, die Elektrik und Installationen benötigt werden, sowie den Einreichungsprozess, gesondert betrachten.

Tab. 04.1: Checkliste Phase 1 - Voraussetzungen

Phase 1 > Voraussetzungen	Bemerkungen
Welche und wieviele Ressourcen stehen am Bauplatz zur Verfügung?	
Über welche Eigenschaften verfügt der vorhandene Lehm?	Um die Eigenschaften zu prüfen sollte man im Vorfeld die Verarbeitungsmöglichkeiten und die einzusetzenden Mischungen in einigen Prüfkörpern oder Flächen erproben.
Für welches Bauvorhaben soll der Lehm genutzt werden?	
<input type="checkbox"/> skulpturaler Baukörper im Außenbereich <input type="checkbox"/> nachträglicher Einbau in einem bestehenden Objekt <input type="checkbox"/> gesamte Gebäudearchitektur	
Welcher Nutzung soll das Bauvorhaben dienen?	
<input type="checkbox"/> eigene Nutzung <input type="checkbox"/> Vermietung <input type="checkbox"/> Wohnzwecke <input type="checkbox"/> gewerbliche Nutzung	

Tab. 04.2: Checkliste Phase 2 - Planung

Phase 2 > Planung	Bemerkungen
Welche Kosten verursacht der Prozess?	
Welcher Entwurf soll ausgeführt werden?	
In welcher Zeitspanne lässt sich der Entwurf umsetzen?	Die Zeitspanne sollte mit gewissen Zeitpuffern kalkuliert werden, da einerseits durch die wenigen vorhandenen Vorgaben von Mischungsverhältnissen und dergleichen Verzögerungen im Bauprozess auftreten können und weiters die Wetterbedingungen bei zu heißen oder regnerischen Tagen eine Baupause veranlassen können..
Ist der Bauplatz für den Bauprozess eingereicht?	
Wo und wie kann ich die Materialien lagern?	Bei der Lagerung von Lehm empfiehlt es sich beispielsweise eine Podest zu konstruieren, das den Lehm vor Erdfeuchte schützt und eine Luftzirkulation ermöglicht und das bei Regen durch eine Überdachung schützt.
Welche Hilfsmittel wie Werkzeuge brauche ich zur Erbauung?	
Wer kann mich bei der Erbauung unterstützen?	Es erweist sich als große Hilfestellung mehrere helfende Hände Vorort zu haben, die einen unterstützen können, da die meisten Prozesse doch recht kraftaufwendig sind.

Tab. 04.3: Checkliste Phase 3 - Ausführung

Phase 3 > Ausführung	Bemerkungen
Sind alle Baupläne fertig ausgearbeitet?	
Ist das Fundament fertig gestellt?	
Stehen alle Materialien zur Verfügung, inklusive Abdeckungen für die Baukörper bei Schlechtwetter?	
Welche Ergebnisse haben die Materialproben ergeben und sind diese dokumentiert?	
Sind alle Helfer mit den Verarbeitungsweisen von Lehm vertraut?	

AUFWANDSMATRIX

Die folgende Tabelle soll die Auswahl der passenden Lehmbautechnik durch den Vergleich des jeweiligen Zeit- und Materialaufwands, erleichtern. Dabei wurden Erfahrungswerte aus den beiden Sommerworkshops die 2013 und 2014 bereits in Sopron stattgefunden haben, herangezogen. Aufgrund der erbauten Wandteile und Ausfachungssystemen konnten die Angaben ermittelt und erprobt werden. Für eine bessere Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Bautechniken, wurden jedoch die Massenangaben in der Aufstellung auf einen Quadratmeter bzw. einen Kubikmeter umgerechnet und somit vereinheitlicht.

Weiters werden traditionelle Herstellungstechniken berücksichtigt, die jedoch nicht die einzige Möglichkeit zur Anfertigung von Lehmwänden darstellen. Moderne Techniken bleiben daher, auf Grund der fehlenden praktischen Anwendung, in der Tabelle unbeachtet. Zudem bleibt zu erwähnen, dass sich die Zeitangaben und die Personenanzahl im Bereich des Zeitbedarfs auf Personen beziehen, die im Umgang mit dem Material Lehm als ungeübt definiert werden können. Die Trocknungszeit kann abhängig von den vorherrschenden Klimabedingungen, den angegebenen Werten abweichen.

Tab. 04.4: Aufwandsmatrix gegliedert nach
Lehmbautechniken

Lehmbautechnik	Werkzeuge	Zubehör
Stampflehm > 1m ³	Holz- oder Metallstampfer, Schaufel, Rechen, Gießkanne, Harken, 20l Kübel, Scheibtruhe, Bohrmaschine, Hammer, Holzsäge	3,5 lfm Gewindestange und 10 Gegenstücke, 10 Schrauben und Schraubenmutter, 3,5 lfm Schalungrohr, Schrauben und Nägel
Wellerlehm > 1m ³	20l Kübel, Heugabel	
Wuzelmauer > 1m ³	80l Mörtelwanne	
Lehmziegel > 1m ³	20l Kübel, Bohrmaschine, Hammer, Holzsäge	1 große Plane, Schrauben und Nägel
Leichtlehmziegel > 1m ³	20l Kübel, Bohrmaschine, Holzsäge	Schrauben und Nägel
Leichtlehmwand > 1m ³	80l Mörtelwanne, Bohrmaschine, Hammer	Schrauben und Nägel
Wickelstaken > 1m ³	80l Mörtelwanne, Holzsäge, Hammer	Nägel
Lehmflechtwerk > 1m ²	80l Mörtelwanne, Holzsäge, Hammer	Nägel
Grobputz > 1m ²	20l Kübel, 80l Mörtelwanne, Maurerkelle, Filz-Reibebrett o.ä. (Klarsichtfolie)	40 l Pferdedung
Feinputz > 1m ²	20l Kübel, 80l Mörtelwanne, Maurerkelle, Filz-Reibebrett o.ä. (Klarsichtfolie)	

Lehmbautechnik

Materialien

trockener Lehm

eingemaukter Lehm

Lehmschlämme

Stampflehm > 1m³

553 l

Wellerlehm > 1m³

—

535 l

—

Wuzelmauer > 1m³

—

—

—

Lehmziegel > 1m³

—

495 l

—

Leichtlehmziegel > 1m³

—

495 l

330 l

Leichtlehmwand > 1m³

—

—

480 l

Wickelstaken > 1m³

—

210 l

15 l

Lehmflechtwerk > 1m²

80 l

—

—

Grobputz > 1m²

—

40 l

—

Feinputz > 1m²

—

25 l

—

Tab. 04.5: Aufwandsmatrix gegliedert nach
Lehmbautechniken

Dolomit	Betonschotter	Sand	Stroh	Äste	Holz
692 l	276 l	—	—	—	Schalung: 6 m ² + 44 lfm
—	—	535 l	langes Stroh 268 l	—	—
—	—	990 l	Strohhäcksel 247 l	—	—
—	—	990 l	Strohhäcksel 247 l	—	Ziegelmodel: 0,25 m ²
—	—	—	langes Stroh 495 l	—	Ziegelmodel: 0,25 m ²
—	—	—	langes Stroh 360 l	—	Schalung: 2,5 m ²
—	—	—	langes Stroh 210 l	—	5 lfm
—	—	—	Strohhäcksel 240 l	98 lfm	4,5 lfm
—	—	—	Strohhäcksel 80 l	—	1,5 lfm
—	—	120 l	—	—	1,5 lfm

Lehmbautechnik

Materialien

trockener Lehm

eingemaukter Lehm

Lehmschlämme

Stampflehm > 1m³

553 l

—

—

Wellerlehm > 1m³

—

535 l

—

Wuzelmauer > 1m³

—

—

—

Lehmziegel > 1m³

—

495 l

—

Leichtlehmziegel > 1m³

—

495 l

330 l

Leichtlehmwand > 1m³

—

—

480 l

Wickelstaken > 1m³

—

210 l

15 l

Lehmflechtwerk > 1m²

80 l

—

—

Grobputz > 1m²

—

40 l

—

Feinputz > 1m²

—

25 l

—

Tab. 04.6: Aufwandsmatrix gegliedert nach
Lehmbautechniken

Dolomit	Betonschotter	Sand	Stroh	Äste	Holz
692 l	276 l	—	—	—	Schalung: 6 m ² + 44 lfm
—	—	535 l	langes Stroh 268 l	—	—
—	—	990 l	Strohhäcksel 247 l	—	—
—	—	990 l	Strohhäcksel 247 l	—	Ziegelmodell: 0,25 m ²
—	—	—	langes Stroh 495 l	—	Ziegelmodell: 0,25 m ²
—	—	—	langes Stroh 360 l	—	Schalung: 2,5 m ²
—	—	—	langes Stroh 210 l	—	5 lfm
—	—	—	Strohhäcksel 240 l	98 lfm	4,5 lfm
—	—	—	Strohhäcksel 80 l	—	1,5 lfm
—	—	120 l	—	—	1,5 lfm

INSPIRATION

Das vorgezeigte Projekt soll abbilden, was man mit Lehm in verschiedenen Anwendungsmethoden schaffen kann und somit auch die Fantasie jedes einzelnen anregen, um eigene Bauträume auch im kleineren Maßstab umsetzen zu können.

Die Bauaufgabe umfasst eine skulpturale Struktur, die vor allem von Jugendlichen und Kindern genutzt werden soll um das abgelegene und momentan ungenutzte Areal einer Jugendunterkunft neu zu beleben. Dafür wurden die Gegebenheiten aufgenommen und das Fundament auf einer bestehenden Asphaltfläche aus Betonschalsteinen errichtet. Die Dimensionierung des Fundaments liegt bei vierzig Zentimeter, um dieses multifunktional auch als Sitzstufen verwenden zu können. Die Struktur öffnet sich in Richtung der Erschließung und soll durch ihren ästhetischen Mehrwert, der sich jedoch in die natürliche Umgebung perfekt eingliedert, zum Aufthalten einladen. Im Zuge des Projektes, ist eine stetige Erweiterung der Fläche durch unterschiedliche Lehmmauern mit integrierten Sitz- und Spielmöglichkeiten, geplant. Um den Witterungsschutz zu gewährleisten werden die Mauern mit Dachpappe und massiven Bronzeplatten gedeckt sowie auf der Wetterseite der Stampflehmwand zusätzliche Mörtelfugen eingebracht, um ein zu schnelles Auswaschen des Lehms durch Regenwasser zu

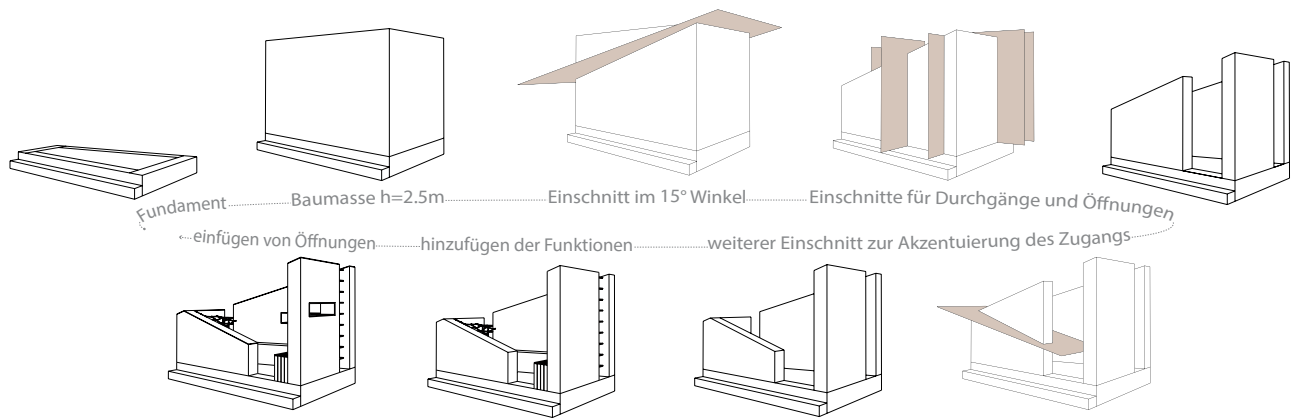


Abb. 04.3: Entwicklung des Baukörpers
 Abb. 04.4: Visualisierung des Baukörpers mit
 einer Stampflehm-, Weller- und Lehmziegel-
 wand

vermeiden.

Drei verschiedene Lehmbautechniken, der Stampflehm, Wellerlehm und vermauerte Lehmziegel, wurden dabei bewusst verwendet, um die unterschiedlichen Möglichkeiten auch einer breiteren Öffentlichkeit zu demonstrieren. Dabei wurden im Vorfeld viele Mischungsverhältnisse anhand von Probemauern getestet und auch die Verarbeitungsmethoden erforscht. Die zuvor in Kapitel 3 beschriebene Praxisanwendung der einzelnen Techniken leitet sich von diesem Projekt ab, der Hintergrund und die Zielsetzung wurden auch bereits in zuvor stehenden Erläuterungen beschrieben.

05

FAZIT

Welche Prämissen müssen für eine Etablierung von Lehmbauten erfüllt werden? Das Fazit stellt eine kritische Auseinandersetzung mit der Baumethodik dar. Inwieweit kann man Lehm in neue Bauaufgaben integrieren? Welche Schritte kann man gehen, um historische Lehmbauten zu erhalten? Mit welchen Eigenschaften kann sich das traditionelle Baumaterial gegen die schnelllebige, neue Baukultur behaupten?

Wie anhand der Arbeit gezeigt wird, spielt der Umgang mit Lehm in Zukunft eine wichtige Rolle. Lehmbauten, die durch mühsame Entwicklungsarbeit in der Vergangenheit erbaut wurden und somit einen historisch wichtigen Aspekt in der Schaffung von Wohnräumen darstellen, verschwinden vermehrt in der heutigen Zeit aufgrund von zu geringer Wertschätzung. Ihre Entwicklung wird jedoch in Zukunft wichtig sein, da sich verschiedenen Baustoffe unterschiedlich auf die Umwelt auswirken können. Beispielsweise ist der Energie- und Wasserbedarf bei der Herstellung von Beton höher als bei der Verarbeitung von Lehm. Neben dem höheren Ressourcenverbrauch, gilt dies auch im Hinblick auf die Freisetzung von Schadstoffen und somit ist Lehm vor allem im Sinne der Ökologie und Energieeffizienz wichtig.

Die in der Arbeit vorgestellten Gebäudebeispiele, stellen keine vollständige Auflistung erhaltener und neuer Lehmbauten dar. Es handelt sich vielmehr um eine subjektiv erstellte Liste, die einen Überblick über die historische Verwendung von Lehm, die erhaltenen Lehmbauten und die Neuinterpretation von Lehm anhand moderner Gebäude aufzeigt. Weiters dienen die Beispiele dazu, die unterschiedliche Reaktion der Gebäude auf ihre geografische Lage, in diesem konkreten Fall in Österreich und Ungarn, zu erforschen. Dabei zeigte sich, dass die Entwicklung von Lehmbauten in Österreich und Ungarn aufgrund der ähnlichen Verfügbarkeit von Baumaterialien wie Holz und Stein und der ähnlichen Lehmqualität sehr starke Parallelen aufweist. Erst im Umgang mit den historischen Lehmbauten lassen sich Unterschiede feststellen. Während in Österreich der Altbestand fast völlig verschwunden ist, legt Ungarn hingegen besonderen Wert auf die Erhaltung der Altsubstanzen und die Weitergabe des Wissens über traditionelle Lehmbautechniken und deren Anwendung. Die erprobten und zuvor in der Arbeit dargestellten Bautechniken sollen daher dem Verschwinden des Wissens

entgegenwirken und ein neues Aufleben des Lehmbaus unterstützen.

Seit den 1970er Jahren hat der Lehmbau in Europa wieder vermehrt Aufmerksamkeit erfahren. Trotzdem muss in Folge noch an mehreren Baustellen gearbeitet werden, damit Lehm in Europa wieder vermehrt zum Einsatz kommt und als ein anerkanntes Baumaterial verankert wird.

Eine Herausforderung hierfür stellt die EU-Verordnung 89/106/EWG¹¹¹⁾ zum Baustoff Lehm dar, die eine Verwendung in kleinem Umfang aufgrund der kostenintensiven Prüfung der Baumaterialien fast unmöglich macht. Eine Vereinheitlichung der Baukriterien auf europäischer Ebene, die die Anerkennung einzelner Prüfergebnisse innerhalb der Mitgliedsstaaten vereinfacht, beziehungsweise die Entwicklung einer Europäischen Norm könnte von großer Bedeutung für den vermehrten Einsatz von Lehm in Bauobjekten sein.¹¹²⁾

Neben dem Faktor der fehlenden allgemein gültigen Regelungen, steht der Verarbeitung von Lehm noch immer die Symbolhaftigkeit als Notstandsmaterial im Weg, das vor allem in Zeiten der Armut, wie beispielsweise bei Nachkriegsbauten, seinen Einsatz fand. Durch die Anwendungen in modernen Projekten verdeutlicht

jedoch Lehm auch seinen ästhetischen und architektonischen Wert, der an die optischen Ansprüche der heutigen Zeit anknüpft. Dies bedarf jedoch einer stetigen Vermarktung der Vorteile dieses Materials gegenüber der Bevölkerung, um die Vervielfältigung solcher Bauvorhaben zu forcieren. Daher sollten der notwendigen Aufklärungsarbeit und der Ausbildung von genügend Fachkräften besondere Bedeutung beigemessen werden. Die großen Bauaufgaben sollen meiner Meinung nach dazu dienen, die Aufmerksamkeit auf das Material zu lenken, jedoch nicht vor dem eigenen Gebrauch davon zurück zu schrecken. Die Weitergabe von Wissen über den Einsatz von historischen Lehmbautechniken und über einen zeitgenössischen Umgang damit, haben sich auch verschiedene Museumskonzepte zur Aufgabe gemacht. Weiters werden verschiedene Workshops und Fortbildungen zur Lehmverarbeitung angeboten, um die gewonnenen Erkenntnisse weiter zu geben. Um diese Konzepte jedoch auch langfristig zu stärken und weiter zu etablieren, brauchen diese auch finanzielle Unterstützung und Förderung. Überdies ist es auch

¹¹¹⁾ Vgl. http://europa.eu/legislation_summaries/other/l21184_de.htm, 6.1.2015

¹¹²⁾ Vgl. Medgyasszay, Péter: Optimalisierte Anwendung des Lehmbaus in Ungarn. PhD Dissertation - Autograph

wichtig, die Materialforschung weiter auszubauen, um einen breit gefächerten Einsatz in den klimatisch anspruchsvollen Regionen Europas zu erreichen. In Kombination mit technischen Innovationen kann Lehm als ein wichtiges, zukunftsträchtiges Baumaterial angesehen werden.

Ein zukunftsgerichteter Umgang mit Lehmbauten in Österreich und Ungarn sollte auf jeden Fall einen Fokus auf die Sanierung und Instandhaltung bestehender Lehmbauten legen. Damit kann man ressourcenschonend altbewährte Methoden der Verarbeitung erhalten und dadurch sicherstellen, dass die bestehende Substanz der Lehmbauten fortlebt und nicht unwiederbringlich verloren geht. Um dies zu erreichen sind Bauaufgaben, die einen gewissen Selbstbauanteil integrieren, von besonderem Wert, um sich dem Material anzunähern. Dadurch erreicht man örtliche Bekanntheit und fördert durch den Vorzeigecharakter einen Nachahmungseffekt. Genau dieses Ziel liegt auch dem Projekt in Sopron zu Grunde, das durch den Workshopcharakter Wissen über das Material vermittelt und durch die Präsenz in Sopron andere dazu verleiten soll, die natürlichen Vorkommen sinnvoll einzusetzen. Die vorliegende Arbeit stellt einen weiteren Schritt in diese Richtung dar. Sie soll traditionelle Methodiken bekannt machen, eine wirtschaftliche und nachhaltige Umsetzung durch nachvollziehbare Praxis-schritte ermöglichen und damit künftigen Bauvorhaben aus Lehm den Weg ebnen.

DIE WICHTIGSTEN ERKENNTNISSE

— der Lehm-bau ist im Laufe der Geschichte etwas in Vergessenheit geraten, kann jedoch in Zukunft ein Material sein, dass

durch seine ökologischen Eigenschaften besticht und den Wert der historischen Lehmbauten repräsentiert.

— viele Architekten engagieren sich derzeit für den Baustoff Lehm. Um ihn allerdings innerhalb einer größeren Bevölkerungsschicht zu verbreiten bedarf es der Umsetzung von kleineren Bauaufgaben, die es zum Ziel haben, die Anwendung auch im größeren Siedlungsgebieten zu stärken und zu fördern.

— obwohl das Material Lehm primär in vielen außereuropäischen Kulturen zum Einsatz kommt, kann man eine gezielte Anwendung von Lehm in Europa durch eine experimentelle und forschende Weise unterstützen um einen klimagerechten Einsatz mit Schutzmaßnahmen gegenüber Frost und Regen zu erzielen.

— in Österreich und Ungarn sind noch Lehmbauten erhalten, die man durch gezielte Maßnahmen konservieren kann, um auch den Einsatz von Lehm einer breiten Bevölkerung zu präsentieren.

— in Hinsicht auf die Umwelt ist Lehm ein Material, das eine ökologische Lebensweise unterstützt und mit einem geringeren Kostenaufwand im Vergleich zu industriell hergestellten Materialien verbunden ist.

— leider sind traditionelle Lehmbautechniken kaum schriftlich überliefert. Daher ist es umso wichtiger, die noch erhaltenen Zeugnisse zu dokumentieren, mit der historischen Bausubstanz zu experimentieren und diese neu anzuwenden. Alle Studenten, die an den Workshops in Sopron teilgenommen haben, würden dies sofort wieder machen.

FORSCHUNGSLÜCKEN

Für Lehmbauinteressierte ist es momentan relativ schwierig an Unterlagen und Informationen, die einzelne historische Gebäude betreffen, zu kommen. Das liegt einerseits daran, dass das Wissen über Lehm und seine Anwendung über die Jahre, vor allem in Österreich, verloren ging. Andererseits gibt es keine Datenbank, die sich dafür engagiert, erhaltenen Gebäude landes- bzw. europaweit aufzunehmen, zu dokumentieren und in ein einheitliches System zu bringen, um diese schlussendlich der Öffentlichkeit als Grundlage zur Recherche zur Verfügung zu stellen. Wo noch Altsubstanz vorhanden ist, ist es nicht zu spät die notwendigen Schritte dafür einzuleiten. Man sollte aus den Fehlern lernen und die vorhandenen Informationen über die Bausubstanz aus Lehm auch an nachfolgende Generationen überliefern.

- ADLER-WÖLFL Kristina: Die römische Siedlung von Wien – Unterlaa, Diss. Universität Wien, 2003
- BELUSZKY Pál: Historische Geographie der Großen Ungarischen Tiefebene, Schenk, Passau, 2006
- BOLTSHAUSER Roger, RAUCH Martin: Haus Rauch, Ein Modell moderner Lehmarchitektur, Birkhäuser Verlag, Basel, 2010
- BUTTLAR v. Adrian, DOLF-BONEKÄMPFER Gabi, FALSER Michael S., HUBEL Achim, MÖRSCH Georg: Denkmalpflege statt Attrappenkult, Gegen die Rekonstruktion von Baudenkmalern - eine Anthologie, Birkhäuser Verlag, Basel, 2013
- DACHVERBAND LEHM E.V., RÖHLEN Ulrich, VOLHARD Franz: Lehmbau Regeln, 3. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2009
- DELI Sándor, DOBOSY Anna, FEHÉR Judit, HERNYÁK László, HOLCSEK Eszter, HORVÁTHY Judit, JÉKELY Berta, PATAKY Emöke, SISA Béla, ZSANDA Zsolt: Network of rural heritage buildings of Hungary, Solong Print, Budapest, 2000
- ESSER Gerold: Bau.Kultur.Landschaft Weinviertel, In: Kulturlandschaft, Bd. 50, 2014
- GRAUMANN Uwe, KRASSUKI Martin, LEHMANN Kerstin, PETERS Jürgen, POHL Sabine: Regionaltypisches Bauen und energieeffizientes Sanieren in der Region Barnim-Uckermark, 1. Auflage, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2013
- INFORMATIONSZENTRUM RAUM UND BAU der Fraunhofer-Gesellschaft (Hg.): Translozierung von Gebäuden, 2. erw. Auflage, Stuttgart, 1993
- JÄGER Bernd: Die Lehmwandübertragung ins Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, Lehmbau - Tradition und Moderne: Symposium zur Vernetzung von tschechischen, österreichischen und weiteren Fachleuten, Weinviertler Museumsdorf Niedersulz GmbH, Atzenbrugg, 2014
- KALSER Katherina: Die mittel-La-Tène-zeitliche Siedlung von Michelndorf, Niederösterreich, FÖMat A18, Horn, 2008
- KIRIPOLSKA Anna: Geplante Lehmbauten im Freilichtmuseum

- „Museum des slowakischen Dorfes“, in Lehm- und Ziegelbau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014
- KOVÁCS Zsuzsa, SÁRI Zsolt: Lehmarchitektur im ungarischen Freilichtmuseum Szentendre, in Lehm- und Ziegelbau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014
- KUGLER Hannes: Lehmverwendung im Spiegel der Zeit, Berichte Geol. B.-A-80, NÖ Geotage, Haindorf bei Langenlois, 2009
- KUHNERT Nikolaus, NGO Anh-Linh, MINKE Gernot: Vom Leichtbau zum Lehm- und Ziegelbau, ARCH+, Jg.:46, Nr.211/212, Archplus Verlag GmbH, Aachen, 2013
- LAUERMANN Ernst: Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya - Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013
- LAUERMANN Ernst: Eine Siedlung der Hallstattkultur aus Unterparschenbrunn, Gemeinde Stierdorf, Niederösterreich, In: Archaeologia Austriaca 78, 1994
- LENZE Wolfgang: Fachwerkhäuser, restaurieren – sanieren – modernisieren. Materialien und Verfahren für eine dauerhafte Instandsetzung, 3. erweiterte Auflage, Fraunhofer-IRB, Stuttgart, 2004
- LEPIK Andres: Think Global - Build social, ARCH+, Archplus Verlag GmbH, Aachen, 2013
- LOBISSER Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013
- MALDONER Bruno, SCHMID Wilhelm: Zum traditionellen Lehm- und Ziegelbau in Österreich - Eine Annäherung, in Lehm und Ziegel, Kultur Niederösterreich, Band 39
- MEDGYASSZAY Péter: Optimalisierte Anwendung des Lehmbaus in Ungarn, PhD Dissertation, Autograph, 2005
- MEINGAST Roland: Lehm- und Ziegelbau in Niederösterreich – Unbekannte



Geschichte hinter vertrauten Fassaden, Gestalte(n) – Das Magazin für Bauen, Architektur und Gestaltung, Selbstverlag, N°141, 09/2013

MEINGAST Roland: Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich, In: Lehm bau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014

MINKE Gernot: Handbuch Lehm bau – Baustoffkunde, Bautechniken, Lehmarchitektur, 7.Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2009

NIEMEYER Richard: Der Lehm bau und seine praktische Anwendung. Unveränderter Nachdruck der Originalausgabe aus dem Jahre 1946. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg 1982

PACHER W. Matthias: Das archäologische Freigelände des Urgeschichtemuseums - als Träger moderner Wissensvermittlung und kulturhistorischer Relevanz, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten, 2013

PASTEINER Claudia: Nachhaltiges Bauen mit Dämmmaterialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe - Anwenderorientierte Planungshilfen und hochwertige Beispiele für thermische Sanierungsmaßnahmen der obersten Geschoßdecke mit Nawaro, Masterarbeit, Boku Wien, 2013

PHLEPS Hermann: Holzbaukunst - Der Blockbau, Karlsruhe, 1942

PODBORSKY Vladimir, VEDOMIL Vildomec: Pravek Znojemska (Urzeit der Region von Znaim), Musejni spolek, Brno, 1972

POWELL Martina: Cooles Haus mit Schindeln, Hanf und Lehm, Magazin 100 österreichische Häuser, Ausgabe 2014/2015, Redaktionsbüro Architektur, Wien, 2014

RAJKO Bratoz: Pannonien. In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde (RGA). 2. Auflage. Band 22, Walter de Gruyter, Berlin/New York, 2003

RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof: Lehm bau-Praxis, Planung und Ausführung, 2., vollständig überarbeitete Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2014

SCHRÖDER Horst: Lehm bau, Mit Lehm Ökologisch planen und bauen, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010

SOUCEK Jan: Bau der wissenschaftlichen Kopien von Lehm bauten

- im Freilichtmuseum „Museum des Dorfes Südostmähren“
in Straznice, in tagungsband Museumsdorf Niedersulz,
Atzenbrugg, 2014
- STRUWE Ruth: Erdhütte - Wohngrube - Grubenhaus. Ethnoarchäo-
logisches zur Funktion eingetiefter Behausungen, „... trans
Albim fluvium“. Forschungen zur vorrömischen, kaiserzeitli-
chen und mittelalterlichen Archäologie, Michael Meyer,
Rahden/Westfalen, 2001
- STUIBER Peter: Adolf Loos, Ornament und Verbrechen, Metro-
verlag, Wien, 2012
- SZÖNYI Eszter T.: Römerzeitliche Altansässigensiedlung von
Ménfőcsanak (Umgebung von Győr), Slovenska akademija
znanosti in umetnosti, letnik 47, 1996
- UNGARISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT: Nonprofit Sektor in
Ungarn, KSH. Budapest, 2005
- VÁLKA Miroslav: Lehmabau in Mähren und seine historische
Beziehung zum Pannonischen Raum, In: Lehmabau -
Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014
- VOLLHARD Franz: Leichtlehmabau – alter Baustoff – neue Technik,
5. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH, Heidelberg, 1995
- WALDSTEIN Mella: Lehmabau, von Wuzelmauern und Hasenhaar,
In: Schaufenster, Kultur.Region, Ausgabe Mai, 2014
- WAWRUSCHKA Celine: Frühmittelalterliche Siedlungsstrukturen
in Niederösterreich, Band 68, Austrian Academy of Sciences
Press, 2009
- WICHMANN Hans: Architektur der Vergänglichkeit - Lehmabauten
der dritten Welt, Birkhäuser Verlag, Basel, 1983
- ZIEGERT Christof: Lehmwellerbau - Konstruktion, Schäden und
Sanierung, Berichte aus dem Konstruktiven Ingenieurbau,
Fraunhofer IRB, 2003
- ZIMMERMANN Wolfram-Hubertus: Die Siedlungen des 1.–6. Jahr-
hunderts nach Christus von Flögel-Eekhöltjen, Nieder-
sachsen. Die Bauformen und ihre Funktion, Probleme der
Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 19, Hildes-
heim, 1992
- ZSUZSA Kovács, ZSOLT Sári: Lehmarchitektur im ungarischen

Freilichtmuseum Szentendre, Lehm- und
Moderne, Kultur.Region.Niederösterreich GmbH,
Atzenbrugg, 2014

WEBLINKS

<http://www.allmermacke.at/architektur/strohhaus.html>,
26.10.2014

<http://www.andibreuss.at/index.php?>, 17.10.2014

<http://www.archdaily.com/539277/wine-terrace-and-spa-gereben-marian-architects>, 23.12.2014

http://www.dachverband-lehm.de/de/03_baustoff/03-3c_baustoff_technik.htm#vorsatzleichtlehm, 17.10.2014

http://europa.eu/legislation_summaries/other/l21184_de.htm,
6.1.2015

<http://www.freilichtmuseum-gerersdorf.at/rundgang.htm>,
21.12.2014

<http://www.g-m.hu/index.php?pid=136&lan=1>, 23.12.2014

<http://www.hochparterre.ch/nachrichten/architektur/blog/post/detail/ein-riesenbonbon-aus-lehm/1358958226/>,
14.12.2014

<http://www.iglehm.ch/?screen=bautechniken>, 15.10.2014

http://issuu.com/wali/docs/lehm-protokoll_beleg, 8.12.2014

<http://www.lehmbaukollektiv.ch/infos/BauenmitLehm.pdf>,
9.12.2014

<http://www.lehmhaus.net/lehm-geschichte.html>, 28.12.2014

<http://www.lehmtonerde.at>, 28.12.2014

<https://www.naturbaustoffhaus.de/hanffaser-fabrik/lehmbau/index.html>, 8.12.2014

<http://www.neumarkt-raab.at/kuenstlerdorf-geschichte.html>,
13.12.2014

<http://www.nextroom.at/building.php?id=17989&sid=11410>,
18.10.2014

http://www.nzz.ch/feuilleton/kunst_architektur/lehm-als-material-und-medium-1.18335341, 14.12.2014

http://www.sopron.hu/Sopron/portal/german?id_category=1732

<http://soprontabor.hu>, 23.11.2014

http://www.swiss-architects.com/de/pages/page_item/5_13_Ricola/1, 14.12.2014

<http://www.ungarn-immo.biz/serviceseiten/sanierung>, 23.12.2014

<http://www.urlaub-ungarn.at/sightseeing/nationalparks-und-naturschutzgebiete-ungarn/naturschutzgebiet-sopron.html>, 28.12.2014

<http://www.zelking.com/geschichte/70-diverses/101-vom-lehm-bis-zum-ziegel.html>, 21.12.2014

ABB. 01.1: www.commons.wikimedia.org , 27.11.2014	S. 11
ABB. 01.2: eigene Darstellung	S. 14
ABB. 01.3: eigene Darstellung	S. 14
ABB. 01.4: eigene Darstellung	S. 17
ABB. 01.5: eigene Darstellung	S. 18
ABB. 01.6: eigene Darstellung	S. 19
ABB. 01.7: eigene Darstellung	S. 19
ABB. 01.8: eigene Darstellung	S. 19
ABB. 01.9: www.lehm-erlebniswelt.de/16.html , 26.11.2014	S. 21
ABB. 01.10: eigene Darstellung	S. 22
ABB. 01.11: eigene Darstellung	S. 24
ABB. 01.12: Stampflehtest durchgeführt von Lehm Ton Erde Baukunst GmbH (siehe Anhang)	S. 28
ABB. 01.13: eigene Darstellung	S. 29
ABB. 01.14: eigene Darstellung	S. 29
ABB. 01.15: eigene Darstellung	S. 30
ABB. 01.16: eigene Darstellung, Grundlage: Minke Ger- not, Handbuch Lehm- und Staufbau, Staufen bei Freiburg, 2009	S. 30
ABB. 02.1: http://scusi.twoday.net/20140628 , 6.1.2015	S. 33
ABB. 02.2: Hofmann Thomas, Wimmer-Frey Ingeborg, Heinrich Maria: Die geologie des Weinviertels im Überblick, In: Lehm- und Staufbau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014	S. 37
ABB. 02.3: Hofmann Thomas, Wimmer-Frey Ingeborg, Heinrich Maria: Die geologie des Weinviertels im Überblick, In: Lehm- und Staufbau - Tradition und Moderne, Atzenbrugg, 2014	S. 37
ABB. 02.4: http://kulturpaedagogik.ph-noe.ac.at/down- load/Baukultur%20Weinviertel/Baukultur%20 Weinviertel.pdf	S. 40
ABB. 02.5 & 02.6: Deli Sándor, Dobosy Anna, Fehér Judit, Hernyák László, Holcsek Eszter, Horváthy Judit, Jékely Berta, Pataky Emöke, Sisa Béla, Zsanda Zsolt: Network of rural heritage buildings of Hun	

gary, Solong Print, Budapest, 2000	S. 41
ABB. 02.7: www.gyurufu.hu , 6.12.14	S. 42
ABB. 02.8: http://kineme.wordpress.com/2012/08/29/kleines-ungarisches-slama-festival-und-besuch-im-okodorf-gyurufu , 6.12.14	S. 43
ABB. 02.9: Esser Gerold: Bau.Kultur.Landschaft Weinviertel, In: Kulturlandschaft, Bd. 50, 2014, S. 24	S. 46
ABB. 02.10: http://www.thermenhotels-jennersdorf.at/de/thermenurlaub/kunstlerdorf-neumarkt , 13.12.2014	S. 47
ABB. 02.11: Jäger Bernd: Die Lehmwandübertragung ins Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, In: Lehm- bau - Tradition und Moderne: Symposium zur Vernetzung von tschechischen, österreichischen und weiteren Fachleuten, Weinviertler Museumsdorf Niedersulz GmbH, Atzenbrugg, 2014	S. 48
ABB. 02.12: Jäger Bernd: Die Lehmwandübertragung ins Weinviertler Museumsdorf Niedersulz, In: Lehm- bau - Tradition und Moderne: Symposium zur Vernetzung von tschechischen, österreichischen und weiteren Fachleuten, Weinviertler Museumsdorf Niedersulz GmbH, Atzenbrugg, 2014	S. 48
ABB. 02.13: http://www.museumsdorf.at/de/News_und_Events , 14.12.2014	S. 49
ABB. 02.14: http://jovagyok.hu/kultura/joprogram/szabatteri-neprajzi-muzeum/ , 6.12.14	S. 50
ABB. 02.15: (http://www.oszko.hu/vallalkozasok/zsupkeszites-nepi-epiteszet/ , 6.12.14)	S. 50
ABB. 02.16 - 02.21: Lobisser Wolfgang F.A.: Der Neubau des Langhausmodells - nach einem linearbandkeramischen Befund aus Schwechat, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für	

Landeskunde, St. Pölten, 2013	S. 52
ABB. 02.22: Schwarzäugl Judith: Ein linearbandkeramischer großbau in Schwechat, Flur Unteres Feld, In: Fundberichte aus Österreich 44, 2005	S. 53
ABB. 02.23: Lauerer Ernst: Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya - Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: Archäologische Forschungen in Niederösterreich. Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya, Selbstverlag des NÖ Instituts für Landeskunde, St. Pölten	S. 54
ABB. 02.24: Adler-Wöfl Kristina: Die römische Siedlung von Wien – Unterlaa, Diss. Universität Wien, 2003	S. 55
ABB. 02.25: Zimmermann Wolfram-Hubertus: Die Siedlungen des 1.–6. Jahrhunderts nach Christus von Flögel-Eekhölten, Niedersachsen. Hildesheim, 1992	S. 55
ABB. 02.26 & 02.27: http://www.andibreuss.at/index.php? , 17.10.2014	S. 60
ABB. 02.28 - 02.30: http://www.andibreuss.at/index.php? , 17.10.2014	S. 61
ABB. 02.31-02.34: http://www.ungarn-immo.biz/service-seiten/sanierung , 23.12.2014	S. 62
ABB. 02.35: http://www.lehmtonerde.at , 24.11.2014	S. 63
ABB. 02.36: http://www.nzz.ch/feuilleton/kunst_architektur/lehm-als-material-und-medium-1.18335341 , 14.12.2014	S. 64
ABB. 02.37: http://www.hochparterre.ch/nachrichten/architektur/blog/post/detail/ein-riesenbonbon-aus-lehm/1358958226/ , 14.12.2014	S. 64
ABB. 02.38: http://www.swiss-architects.com/de/pages/page_item/5_13_Ricola/1 , 14.12.2014	S. 64
ABB. 02.39 - 02.41: http://www.allmermacke.at , 24.11.2014	S. 66
ABB. 02.42 & 02.43: www.yes-architecture.com , 24.11.2014	S. 67

ABB. 02.44: www.gat.st , 24.11.2014	S. 67
ABB. 02.45 - 02.47: http://www.lehmtonerde.at/de/projekte/projekt.php?plD=44 , 16.11.2014	S. 68
ABB. 02.48 - 02.52: http://www.g-m.hu/index.php?pid=136&lan=1 , 23.12.2014	S. 69
ABB. 03.1: eigene Darstellung	S. 71
ABB. 03.2: Kiripolska Anna: Geplante Lehmbauten im Freilichtmuseum „Museum des slowakischen Dorfes“, in <i>Lehmbau - Tradition und Moderne</i> , Atzenbrugg, 2014	S. 73
ABB. 03.3 & ABB. 03.4: eigene Darstellung	S. 74
ABB. 03.5: eigene Darstellung	S. 76
ABB. 03.6 - ABB. 03.8: eigene Darstellung	S. 78
ABB. 03.9: eigene Darstellung	S. 79
ABB. 03.10: Deli Sándor, Dobosy Anna, Fehér Judit, Hernyák László, Holcsek Eszter, Horváthy Judit, Jékely Berta, Pataky Emöke, Sisa Béla, Zsanda Zsolt: <i>Network of rural heritage buildings of Hungary</i> , Solong Print, Budapest, 2000	S. 80
ABB. 03.11 & ABB. 03.12: http://www.neumarkt-raab.at/atelierhaeuser-daxhaus.html , 24.11.2014	S. 81
ABB. 03.13 - ABB. 03.15: eigene Darstellung	S. 82
ABB. 03.16: eigene Darstellung	S. 84
ABB. 03.17 & ABB. 03.18: http://www.patzmannsdorf.at/Schuettkasten11.html , 6.12.2014	S. 85
ABB. 03.19 & ABB. 03.20: Maldoner Bruno, Schmid Wilhelm: <i>Zum traditionellen Lehmbau in Österreich - Eine Annäherung</i> , in <i>Lehm und Ziegel, Kultur Niederösterreich</i> , Band 39	S. 87
ABB. 03.21 - 03.23: eigene Darstellung	S. 88
ABB. 03.24: eigene Darstellung	S. 89
ABB. 03.25 & 03.26: eigene Darstellung	S. 90
ABB. 03.27: Meingast Roland: <i>Lehmbau in Niederösterreich – Unbekannte Geschichte hinter vertrauten Fassaden, Gestalte(n) – Das Magazin für Bauen, Architektur und Gestaltung</i> , Selbstverlag,	

N°141, 09/2013, S.13	S. 92
ABB. 03.28: Erfahrungen mit der Rettung, Instandhaltung und Renovierung von traditionellen Lehmbauten, S. 143	S. 92
ABB. 03.29: eigene Darstellung	S. 93
ABB. 03.30: eigene Darstellung, Grundlage: http://www.dachverband-lehm.de/de/03_baustoff/03-3c_baustoff_technik.htm#vorsatzleichtlehm , 27.11.2014	S. 94
ABB. 03.31: eigene Darstellung	S. 95
ABB. 03.32: eigene Darstellung	S. 96
ABB. 03.33 & 03.34: eigene Darstellung	S. 97
ABB. 03.35: eigene Darstellung	S. 99
ABB. 03.36 & 03.37: eigene Darstellung	S. 100
ABB. 03.38: http://www.freilichtmuseum-gerersdorf.at/rundgang.htm , 21.12.2014	S. 101
ABB. 03.39: Meingast Roland: Lehmbau in Niederösterreich – Unbekannte Geschichte hinter vertrauten Fassaden, Gestalte(n) – Das Magazin für Bauen, Architektur und Gestaltung, Selbstverlag, N°141, 09/2013	S. 101
ABB. 03.40 & 03.41: eigene Darstellung	S. 103
ABB. 04.1: http://www.gopixpic.com/480/planung/http:%7C%7Cwww*x-bauquadrat*de%7Cres%7Cdefault%7Cplanung*jpg , 29.11.2014	S. 105
ABB. 04.2: Grundlage: Schröder Horst: Lehmbau, Mit Lehm Ökologisch planen und bauen, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010	S. 107
ABB. 04.3 & 04.4: eigene Darstellung	S. 119
ABB. 05.1: http://solar-sicherheit.de/2013-lehmbauplatten/lehmputz-lichteffekte.htm , 24.11.2014	S. 121

TABELLEN

TAB. 02.1: eigene Darstellung	S. 34
TAB. 02.2: eigene Darstellung	S. 35
TAB. 02.3: eigene Darstellung	S. 36
TAB. 02.4: eigene Darstellung	S. 37
TAB. 02.5: eigene Darstellung	S. 39
TAB. 04.1: eigene Darstellung	S. 109
TAB. 04.2: eigene Darstellung	S. 110
TAB. 04.3: eigene Darstellung	S. 111
TAB. 04.4: eigene Darstellung	S. 113
TAB. 04.5: eigene Darstellung	S. 114
TAB. 04.6: eigene Darstellung	S. 116

ANHANG

- Laborprüfung LehmTonErde GmbH
- Bautagebuch 01 | Juli 2013
- Bautagebuch 02 | September 2013
- ausgewählte Fragebögen aus den 1:1 Lehmbauworkshops
in Sorpron, Ungarn

Stampflehtests im Auftrag der TU Wien, Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege; Frau ao. Univ. Prof. DI Dr.phil. Andrea Rieger-Jandl

Projekt: Earth Lodge, Sopron

Generelle Vorbemerkung

Der nachfolgende Bericht basiert auf Materialtests in unserem Atelier in Schlins und spricht lediglich eine Empfehlung zum Mischungsverhältnis aus. Lehm Ton Erde übernimmt keinerlei Haftung für die Qualität der vor Ort gewonnen Rohstoffe, deren tatsächlichen bzw. abweichenden Zusammensetzung und ebenso nicht für die spätere Umsetzung und Ausführung.

Material

Folgende Materialien wurden uns zugeschickt:

Lehm 1 (bevorzugt)	9,80 kg
Lehm 2	13,20 kg
Sand 2mm	12,15 kg
Betonschotter	15,65 kg
Ziegelsplitt	11,10 kg
Dolomit	8,60 kg
Rotter Schotter	7,35 kg

Lehm 1 und 2

Zwischen den Lehmproben 1 und 2 wird kein wesentlicher Unterschied festgestellt. Beide Lehmproben sind geeignet. In den weiteren Tests wird deshalb nur der als „bevorzugt“ gekennzeichnete Lehm 1 verwendet. Hervorzuheben ist, dass der Lehm nicht zu feucht und damit auch nicht verklumpt ist. Dieser Umstand hilft den Lehm gut unter das weitere Konglomerat zu mischen.

Sand 2mm

Keine Anmerkung.

Betonschotter

Der Betonschotter ist eine sandige Konglomerat-Mischung, die keine eigene Bindung aufweist. Prinzipiell gut geeignet.

Ziegelsplitt

Der Ziegelsplitt hat teilweise zu große Korngrößen und wird deshalb auf < 2cm gesiebt.

Dolomit

Der Dolomit ist besonders gut geeignet (scharfkantig gebrochener Schotter) und eine erhöhte Mischungsvariabilität zu erhalten wird ein Teil des Dolomit gesiebt in < 0,5cm und >0,5cm

Roter Schotter

Auch der rote Schotter ist prinzipiell gut geeignet und weist sogar eine gewisse Bindigkeit (Tonanteil) auf.

Nach dem Sieben stehen folgende Materialien zur Verfügung:

Dichte ca.*

Lehm 1 (bevorzugt)	9,80 kg	1.100 kg/m ³
Lehm 2	13,20 kg	
Sand 2mm	12,15 kg	
Betonschotter	15,65 kg	1.600 kg/m ³
Ziegelsplitt	11,10 kg	
Dolomit	8,60 kg	1.600 kg/m ³
Rotter Schotter	7,35 kg	
Dolomit > 0,5cm		1.400 kg/m ³
Dolomit < 0,5 cm		1.300 kg/m ³
Ziegelsplitt < 2 cm	5,55 kg	1550 kg/m ³

* Abweichungen von +/- 10% möglich

Mischen

Da zum Zeitpunkt des Versuches nicht bekannt ist, ob eine leichte rote Färbung (durch Ziegelsplitt und rotter Schotter) gewünscht, oder nicht gewünscht ist, werden zwei Mischungen erstellt: Mischung 1 „Hell“ und Mischung 2 „Rot“.

	Mischung 1 ("Hell")				Mischung 2 ("Rot")			
	Gewicht	Volumen	Gew%	Vol%	Gewicht	Volumen	Gew%	Vol%
	7,660 kg	5,5 l	100%	100%	8,490 kg	6,5 l	100%	100%
Lehm 1 (bevorzugt)	2,205 kg	2,0 l	28,8%	36,4%	2,250 kg	2,0 l	26,5%	30,8%
Lehm 2								
Sand 2mm								
Betonschotter	1,640 kg	1,0 l	21,4%	18,2%				
Ziegelsplitt								
Dolomit	3,180 kg	2,0 l	41,5%	36,4%				
Rotter Schotter					2,640 kg	2,0 l	31,1%	30,8%
Dolomit > 0,5cm	0,635 kg	0,5 l	8,3%	9,1%	1,415 kg	1,0 l	16,7%	15,4%
Dolomit < 0,5 cm					0,635 kg	0,5 l	7,5%	7,7%
Ziegelsplitt < 2 cm					1,550 kg	1,0 l	18,3%	15,4%

Verdichten / Probestücke

Von beiden Mischungen werden jeweils zwei verdichtete Probestücke hergestellt.



Nach dem Austrocknen weisen die Probestücke feine Risse auf. Dies kann entweder an einer etwas zu hohen Feuchte beim Pressen oder einem etwas zu hohen Lehmanteil liegen. **Es wird empfohlen den Lehmanteil um jeweils 25% (0,5 l) zu reduzieren:**

	Mischung 1 ("Hell")				Mischung 2 ("Rot")			
	Gewicht	Volumen	Gew%	Vol%	Gewicht	Volumen	Gew%	Vol%
	7,109 kg	5,0 l	100%	100%	7,928 kg	6,0 l	100%	100%
Lehm 1 (bevorzugt)	1,654 kg	1,5 l	23,3%	30,0%	1,688 kg	1,5 l	21,3%	25,0%
Lehm 2								
Sand 2mm								
Betonschotter	1,640 kg	1,0 l	23,1%	20,0%				
Ziegelsplitt								
Dolomit	3,180 kg	2,0 l	44,7%	40,0%				
Rotter Schotter					2,640 kg	2,0 l	33,3%	33,3%
Dolomit > 0,5cm	0,635 kg	0,5 l	8,9%	10,0%	1,415 kg	1,0 l	17,8%	16,7%
Dolomit < 0,5 cm					0,635 kg	0,5 l	8,0%	8,3%
Ziegelsplitt < 2 cm					1,550 kg	1,0 l	19,6%	16,7%

L E H M
T O N
E R D E

Fazit

Mit den vorhandenen Rohstoffen ist eine Stampflehmmischung mit hoher Qualität herstellbar. Die genannten Rezepte sind als Empfehlung zu verstehen und stellen noch keine Feinoptimierung dar.

Für eine Feinabstimmung müssten 4 Variationen an Mischungen erstellt und durch Probekörper (20 x 20 x 20 cm) in Druckfestigkeitstests die beste Qualität ermittelt werden.

Erosionsfestigkeit

Vermutlich weist die helle Mischung 1 eine bessere Erosionsfestigkeit auf. Auch dies müsste durch Versuche verifiziert werden.



Bautagebuch 01

08 - 12 Juli 2013

EARTH 
LODGE





11.00 UHR ANKUNFT | EINRICHTEN DER BAUSTELLE

Alle erforderlichen Materialien und Werkzeuge werden zum Bauplatz getragen. Eine Stop-Motion Kamera wird platziert um den Fortschritt zu dokumentieren. Projektpläne werden aufgehängt, das Modell bereitgestellt.



12.00 UHR BESICHTIGUNG DES BAU-PLATZES

Erläuterung des Entwurfs und Begutachtung und Erörterung der Problematiken bei der Erbauung des Fundaments. Statt der freien Schalung wurden Schalsteine mit einer Höhe von 20 cm verwendet, daher entstand eine Veränderung in der Höhe - statt 30cm sind es 40cm und eine Stufe zum Vorplatz ist entstanden.

15.00 UHR LEHMBAUTECHNIKEN IN THEORIE

Lehmprobe: Lehmkugel mit einem Durchmesser von ca. 5cm werden geformt - wenn man diese aus 80 cm fallen lässt, kann man die Konzestenz als Bestes überprüfen (z.B. wenn sie sich am Boden zu einer Flade formt, ist das Material gut für die Ziegelherstellung geeignet)



16.00 UHR HERSTELLEN DER SCHALUNG

Schalungskonstruktion mit Bolzen
Schalungspfosten werden mittels Abstandhalter verbunden, in diese Führung werden die Bolzen eingefädelt, welche die Pfosten verbinden, die Konstruktion wird oben gelenkig verschraubt.
Die Sägearbeiten werden händisch mittels Japansägen ausgeführt.





ZIEGELHERSTELLUNG

Einmauken des Lehms: eine Drittel einer Wanne voll Lehm wird mit 4-5 Kübeln Wasser vermischt und verrührt, sodass sich der Lehm gut in dem Wasser auflöst und damit verbindet.

Über Nacht bleibt die Masse stehen, überschüssiges Wasser wird immer wieder abgossen.



STAMPFLEHMMISCHUNG

Herstellung der Stampflehmmischung nach Rezept von Martin Rauch.

Materialverhältnis: 1,5 Teile Lehm | 2 Teile Dolomit | 0,5 Teile Dolomit gesiebt > 0,5cm | 1 Teil Betonschotter

Masse fühlt sich recht trocken an: Fertigung von Probekörpern, einmal mit Zugabe von Wasser - Ergebnis: sehr bröselig - Lehm verbindet sich nicht mit den anderen Bestandteilen, das könnte daran liegen dass der Lehm sehr verdichtet und zu grobkörnig ist

Plan A: neuen Lehm besorgen
Plan B: Lehmstücke zerkleinern



FACHWERKHÜTTE

Bröckelnder Putz wurde abgeschlagen und der Lehmofen zerstört und vergraben. Der übrige Lehm wurde gleichmäßig verteilt und andere Materialien wie Sand und Stroh in Säcke sortiert und aufgeräumt.

VERSCHATTUNG

Eine improvisierte Verschattungs-konstruktion, mittels einer Plane, wurde beim Bauplatz konstruiert.



19.30 UHR ARBEITSENDE | FAZIT

- die Fachwerkhütte ist ausgeräumt
- die Verschattung steht
- der erste Schalungsbalken (2 verbundene Pfosten) ist fertig
- die Schalungspfosten sind fertig
- der Lehm zur Herstellung von Ziegel wurde eingemaukt





9.30 UHR ZIEGELHERSTELLUNG

Der einkemaute Lehm wird nochmals ca. eine viertel Stunde mit den Füßen durchgemengt und grobe Stücke zerstampft.

Herstellung von 3 Mischungen:

- 1 Teil Lehm : 1 Teil Sand : 1/4 Teil Strohschnitzel (Länge bis ca. 2cm) - Mischung zu nass, daher weitere Zugabe von 1 Teil trockenem Lehm und 1 Teil Sand
- 1 Teil Lehm : 2 Teile Sand : 1/4 Teil Strohschnitzel
- 1 Teil Lehm : 3 Teile Sand : 1/4 Teil Strohschnitzel - Masse sehr schwer - Ziegel wölbt sich in der Mitte nach Außen bei der Entfernung des Ziegelmodells
- 1 Teil Lehm : 3 Teile Sand : 1/4 Teil Strohschnitzel und Zugabe von 1 Teil Wasser



11.30 UHR STAMPFLEHMBODEN HÜTTE

Die Grundschrift wird waagrecht verteilt, eine Schicht im Mischverhältnis 1 Teil Lehm : 1 Teil Schotter wird zu 2 cm gestampft, befeuchtet, aufgeraut und eine weitere Schicht mit dem Mischverhältnis 1 Teil Lehm : 1 Teil Sand auf 2 cm gestampft und nochmal befeuchtet

SCHALUNG

die Schalungsbretter werden auf einer Seite einmal lackiert, um das Entfernen nach dem Stampfen zu erleichtern.



Schalungsbalken sind fertiggestellt und werden auf Fundament montiert.



15.00 UHR LEHMMISCHUNG

Da kein neuer Lehm aufzutreiben ist, müssen wir die großen, verdichteten Stücke im Lehm zerkleinern. Verschiedene Methoden wurden dabei ausprobiert:

- Lehm in Sack füllen und zerschlagen - erfolglos
- maschinelle Zerkleinerung - erfolglos
- sieben des Lehms: Herstellung eines Siebes aus einem Metallgitter mit einer Lochung von 1cm - erfolgreich

Mischverhältnis neu: Lehmanteil wurde erhöht, da die Lehmproben zu trocken waren
2 Teile Lehm gesiebt <1cm : 2 Teile Dolomit : 1 Teil Betonschotter : 1/2 Teil Dolomit gesiebt >5mm





17.00 UHR SCHALUNG

Schalungsbretter werden zwischen den Schalungsbalken eingebracht, je ein dreieckiger Ausschnitt eingemessen und ausgesägt. Dieser soll vermeiden, dass eine Fuge zwischen Fundament und Schalungsbrett entsteht - Überlappung von ca. 2 cm wird erreicht.

Das Plastikrohr, welches den Bolzen vor Lehm schützt wird eingebracht.

Lage 1 der Schalungsbretter wird montiert und verschraubt.

Die Abschlussbretter werden konstruiert, indem zwei 20cm breite Bretter einmal mittels Querlatten verbunden werden. Das zweite Abschlussbrett (Halbierung der Längswand) wird mittels einer trapezförmigen Leiste verbunden. Hier soll sich die nachträgliche Wand mittels der Verzahnung gut mit der Jetzigen verbinden.

Abtrennung eines ca. 60cm langen Bereiches zur Herstellung einer Testwand.



19.00 UHR TESTWAND

An den Schalungsbrettern wird die Einbringhöhe der Lehmmischung mit 12 cm markiert, sowie die 7cm, die nach der Verdichtung zu erreichen sind.

Einbringung von 3 Schichten - komprimiert auf je 8 cm - mehr ist nicht möglich, da die Mischung zu viel groben Schotter beinhaltet.



21.00 UHR ARBEITSENDE | FAZIT

- Stampflehmboden in Hütte ist fertig
- Lehmziegeln wurden hergestellt
- die erste Lage der Schalung wurde auf Fundament aufgebaut und verschraubt
- Lehmmischung wurde nach neuem Rezept und mit gesiebtem Lehm erstellt
- Testwand mit 3 Schichten wurde erstellt





10.00 UHR TESTWAND

Die Testwand wird entschalt und auf Schädigen und Trockenzustand überprüft. Erkenntnis: beim Einschütten in die Schalung sind auf den Seiten durch das spezifische Gewicht Kiesnester entstanden, die nach dem Ausschalen leicht ausbröseln. Bei Einbringen der Mischung muss darauf geachtet werden, dass die Steine sich eher in der Mitte befinden und an der Aussenseite gut verteilt werden.



Abbruch der Testwand



11.00 UHR LEICHTLEHMWAND

Eine Wand der Hütte wird mittels Schalung zu einer Leichtlehmwand ausgefacht. Das Stroh wird in Lehmschlämme getaucht und in die Schalung leicht hineingepresst. Diese Mischung muss ca. einen Tag antrocknen bevor die Schalung entfernt werden kann.

LEHMPUTZE

Zwei verschiedene Putzmischungen entstehen und werden mittels Kelle (aus Holz oder Stahl) oder mit der Hand in einer Wurfbewegung an den Putzgrund (in dem Fall Ziegelmauerwerk) geworfen und abgezogen. 2 Schichten sind dabei notwendig.

- 2 Teile Lehm : 3 Teile Sand



- 1 Teil Lehm : 3 Teile Sand und 1/8 Kübel Wasser



ZIEGELMAUER

Die bereits hergestellten Lehmziegel werden im Verband vermauert.

Mischverhältnis des Mörtels: 1 Teil Lehm : 2 Teile Sand und Zugabe von Wasser



WEIDENGEFLECHT

Die bereits begonnene Fachwerkwand wird mit einem Weidengeflecht fertig ausgefacht

ZIEGELHERSTELLUNG

Herstellung von Leichtlehmziegel:
Stroh wird in Lehmschlämme (oberer, abgesetzter Teil vom eingemaukten Lehm) eingetaucht und in ein Ziegelmodell eingelegt, nach Antrocknung (ca. 1/2 Stunde) kann man das Model entfernen.

12.30 UHR SCHALUNG

Die Abschlusselemente werden an der richtigen Stelle platziert und festgeschraubt. Dabei fällt auf, dass das schräge Endstück falsch berechnet wurde, da eine schräge Kante mehr als 40 cm ausmachen muss. Dabei bilden sich zwei Spalten auf den Seiten, die jedoch aus mangelnden Materialbestandes so belassen werden müssen und durch Winkeln etwas zusammengezogen werden.



LEHMMISCHUNG

Die Lehmmischung, die bei der Testwand verwendet wurde, wird wie gehabt weiter ausgeführt.

Für eine komplette Stampflehmschicht werden drei Mischungen benötigt (Maß ist dabei ein Eimer).

Der Schotter sowie der Dolomit werden als Erstes auf die Betonplatte gestreut, da sich der Lehm so besser vermischen lässt wenn er darüber gestreut wird. Die beste Methode beim Mischen, bietet die sogenannte "Sternformation". Dabei stehen sich 3 Schaufler sternförmig gegenüber, die die Mischung jeweils auf die andere Seite bzw. in die Mitte werfen. Zwischen den Schauflern stehen zwei Personen mit Harke, die die aufgehäufte Mischung wieder eben verteilen. Dabei rotiert man, um eine gleichmäßige Vermischung zu erzielen.



13.00 UHR STAMPFLEHMWAND

Die erste Lage der Schalbretter wurde montiert und verschraubt.

12 cm wurden angezeichnet und mit Lehmmischung aufgefüllt.

Die erste Lage wird ca. 15 Minuten gestampft, bevor die Zweite aufgetragen wird, wird die gestampfte Schicht in der Mitte mit einer Harke aufgelockert, damit sich die Schichten gut verbinden.

Für das vordere Eckstück, das einen spitzen Winkel bildet, wird ein eigener Stampfer angefertigt.

Die zweite Lage wird eingebracht und gestampft.



15.00 UHR ARBEITSENDE | FAZIT

- Stampflehmmischung hält
- zwei Schichten wurden gestampft
- die Aussenelemente der Schalung wurden befestigt
- die Hütte wurde mittels verschiedener Lehmtechniken weiter ausgefacht





10.30 UHR SCHALUNG

Zweite Lage der Schalungsbretter wird eingebracht. Dabei stellen wir fest, dass durch die ersten zwei Stampflagen eine Bauchung in der Schalung entstanden ist, wo die zwei Stöße der Schalbretter nicht direkt bei einen Schalungspfosten aufeinander treffen.

Die nächste Lage der Schalung wird daher so montiert dass die Stöße bei den Pfosten aufeinander treffen. Abermaliges Zuschneiden ist notwendig.

Die Ausbauchung der Wand wird nach der Ausschalung begradigt.



12.00 UHR STAMPFLEHMWAND

Eine Bewährungsschicht aus Weiden wird auf die zweite Lage gelegt bevor weiter gestampft wird. Der Verlauf erfolgt parallel zur Schalung und überlagert sich kreuzförmig im Eckbereich. Die Randbereiche werden zusätzlich kreuzförmig ausgesteift.

Lage 3 wird gestampft.

13.00 UHR

Bevor die Materialmischungen eingebracht werden, wird die Mitte wieder mit einer Harke aufgelockert. Vor Lage 4 wurde das an der kurzen Seite (Teil der Rückwand) vergessen.

Lage 4 wird gestampft.

15.00 UHR

Eine Zementschicht wird im Bereich der Außenfassade 3cm hoch und ca 10cm breit eingebracht. Diese soll später als "Rain-breaker" fungieren.

Die Zementmischung besteht aus: 10 Teile Sand : 2,5 Teile Zement : 6 Teile Wasser (Maß ist ein Trinkbecher)

Lage 5 wird gestampft



STAMPFLEHMBODEN

Ein Eck der Hütte wird mit einem weiteren Versuch eines Stampflehmbodens verkleidet.

Hierzu wird purer, gesiebter Lehm verwendet, der gestampft und mittels einer Putzkeller abgezogen wird.



17.00 UHR SCHALUNG

Die dritte Bretterreihe der Schalung wird montiert und beschriftet.

STAMPFLEHMWAND

Eine weitere Lehmmischung wird eingebracht - Lage 6 wird gestampft.

Eine Weidenschicht wird wieder als Bewehrungsschicht eingebracht. Dabei muss man darauf achten, dass diese so gut wie möglich am Rand platziert werden, ohne dass diese nach Außen hin sichtbar sind.



18.00 UHR

Lage 7 wird gestampft.

18.45 UHR

Lage 8 wird gestampft.



19.30 UHR

Die Stampflehmwand wird entschalt. Beim Entfernen bröseln manche Bereiche aus, das kann aber daran liegen, dass sie noch sehr feucht ist. Die Kiesnester wurden durch die gleichmäßige Verteilung der Steine ziemlich reduziert. Die Kanten und Enden wurden sehr schön gestampft.

21.00 UHR ARBEITSENDE | FAZIT

- Stampflehmwand steht
- es wurden 8 Schichten gestampft
- Höhe der Wand an den Enden: 64,5 cm, Höhe der Wand in der Ecke: 67,5 cm - leichtes Gefälle nach Außen hin durch unregelmäßiges stampfen - Markierung der 12 und 8 cm zum Stampfen für alle Lagen an der Schalung markieren bevor eine Lage gestampft wurde
- Fachwerkhaus wurde gesäubert und maßgeblich verschönert





11.30 UHR ABDECKUNG

Konstruktion eines Regenschutzes der oberen Schicht der Stampflehmwand. Die Seiten werden bis zur Trocknung in 1-2 Wochung noch mit Planen verdeckt, danach sind sie der Witterung ausgesetzt um eine Sättigung und Beständigkeit des Lehms zu erhalten.



15.00 UHR ABREISE | SCHLUSSFAKTEN

- 30,5 Arbeitsstunden
- 46 helfende Hände
- 48 Kübeln Lehm
- 8 Lagen Stampflehm

12.00 UHR LEICHTLEHMWAND

Die Leichtlehmwand wird entschalt. Dabei fällt auf, dass sich die Lehmschlämme im unteren Bereich abgesetzt hat.



ZIEGEL

Die Lehmziegel und Leichtlehmziegel werden in der Hütte verstaut.

12.30 UHR ABBAU DER BAUSTELLE

Alle Materialien werden wieder ins Lager geräumt.



14.00 UHR NATURMASSE

Messen des Fundaments, um eine Überprüfung der Planung durchzuführen und weitere Entwürfe für das Areal zu überprüfen. Naturmaße des Bauplatzes und der Platzierung des Moduls wurden genommen.





Danke an alle Beteiligten!



BAUGESCHICHTE
BAUFORSCHUNG





Bautagebuch 02

20 - 23 September 2013

EARTH 
LODGE





10.30 UHR ANKUNFT IM WALDÖKO- ZENTRUM | EINRICHTEN DER BAUSTELLE

Das Gelände wird besichtigt, der Bauplatz und die wichtigsten Orte erklärt. Der Bauplatz wird eingerichtet, alle notwendigen Materialien und Werkzeuge werden dafür vom Lager zum Bauplatz geschaffen.

Erste Erkenntnis: die Abdichtungsplane des Lehms hatte leider ein Loch, daher wurde er durch den Regen durchfeuchtet.



11.30 UHR EINFÜHRUNG ZUM THEMA LEHM

Die verschiedenen Lehmbautechniken werden anhand der Ausfachungsbeispiele am Fachwerkhaus theoretisch besprochen. Lehmproben werden angefertigt um die Bindigkeit des nassen Lehms zu er testen.

Ergebnis: der Lehm ist leider zu nass, um ihn zum Bauen der Stampflehmwand zu verwenden.

13.00 UHR MITTAGSPAUSE

15.00 UHR EINTEILUNG IN KLEINGRUPPEN | MATERIALTESTS

Kleine Arbeitsgruppen werden definiert um mit einer bestimmter Rotation für jeden zu ermöglichen, so viele Lehmbautechniken wie möglich auszuprobieren. Die Aufteilung erfolgt in folgende Themenbereiche:

1. Ziegelherstellung (Grünlinge, Adobe,...) und verschiedene Mischungstests
2. Leichtlehmwand und Herstellung Leichtlehmziegel
3. Mischungstests Stampflehm Boden
4. einmauken von Lehm





LEICHTLEHMZIEGELWAND

Zuvor hergestellte und völlig getrocknete Leichtlehmziegel werden an den Breitseiten angenäht. Den Lehmörtel (Mischung wie bei Lehmziegel) ca. 0,5-1 cm auftragen und Ziegel einmauern. Durch die gleichen Mischverhältnisse von Mörtel und Ziegel ergibt sich eine homogene Wand, ähnlich der Leichtlehmwand. Bei jeder 2. Lage werden abwechselnd große Nägel oder Schrauben durch die Leichtlehmziegel in die Holzständer eingeschlagen um die Quersteifigkeit und Stabilität zu erhöhen.



LEICHTLEHMWAND

Ein Dreieckspfeil wird an der Innenseite der Holzkonstruktion angebracht. Dieser ist wichtig für Quersteifigkeit und Stabilität (damit die Wand nicht aus dem Holzständerfeld herausbricht) und Winddichtheit (Spalten können aufgrund des Schwindens der Leichtlehmwand entstehen). Die Schalungsplatten werden angebracht, der angemischte Leichtlehm (Stroh mit wässriger, angemaukter Lehmschlämme) in den Zwischenraum der Schalung von oben eingebracht und immer wieder zwischen den einzelnen Einbringungsschichten mit der Hand verdichtet.

Generell: gute Dämmeigenschaften, weil geringere Dichte

LEICHTLEHMSTAKENWAND

Lehmschlämme (angemaukter Lehm) und Stroh (bevorzugt längeres Stroh ab 12 cm) werden miteinander vermischt. Auf die vertikalen Elemente im Fachwerkrahmen wird eine Holzschiene montiert, damit die Staken genau hineinpassen um später aufeinander geschichtet werden zu können. Die Staken werden mit Leichtlehm ca. 4-5 cm dick umwickelt und festgedrückt oder es werden Knödel geformt und diese anschließend mit Staken 'aufzuspießen'.



18.00 UHR
ARBEITSENDE

19.00 UHR
VORSTELLUNGSRUNDE |
INTERESSENSFELDER-
KUNDUNG





10.30 UHR ARBEITSBEGINN

Die einzelnen Arbeitsschritte werden durch die Kleingruppen je Aufgabengebiet erörtert. Die Untergruppen sollen rotieren, damit sie alle Bautechniken ausprobieren können. Haselnussäste werden in den Bach eingelegt um sie durch die Wasseraufnahme biegsam zu machen.

SANIERUNG STAMPFLEHM- WAND

Die im letzten Workshop erstellte Stampflehmwand wird nachträglich saniert, da es zur Rissbildung in der Austrocknungsphase gekommen ist. Auch die Ecken bröselten etwas ab, da wahrscheinlich zu wenig verdichtet wurde oder die Mischung generell zu rasch vor der Verdichtung ausgetrocknet ist.



11.00 UHR LEHMPUTZE

Untergrund vorbereiten:

Abbürsten und prüfen, ob einzelne Teile locker oder porös sind. Diese entfernen und vornäßen (entweder mit einem Pinsel oder mit dem Gartenschlauch, wo der Wasserdruck gleich genutzt werden kann um lockere Stellen auszuschwemmen)



Grobputz:

In der Mischung sind oft Zuschläge wie Stroh (auch Tierhaare, Hanffasern oder Dung) beigemischt um den Lehm zu bewehren, Schwindrissen vorzubeugen und Unebenheiten des Untergrunds auszugleichen. Das Mischverhältnis von Lehmschlämme und Sand ist grundsätzlich 1: 2 und wurde in diesem Fall abgeändert auf 1: 3. Die Aufbringung erfolgt immer von unten nach oben. Beim Farbanstrich genau umgekehrt, immer

von oben nach unten. Man beginnt unten in einer Ecke des Fachwerkfeldes und wirft in Klößen das Lehmgemisch mit Hand oder Kelle auf den Untergrund. Den Vorgang des ‚Anwerfens‘ macht man bis oben hin, bis das ganze Feld ausgefüllt ist. Dann zieht man mit einem Brett, welches bestenfalls die Breite des Fachwerkfeldes hat, gleichmäßig den Putz bis oben hin schön ab - die Putzstärke solle zwischen 4 -10mm sein. Etwaige Löcher können mit weiterem Putz mit der Kellenspitze gefüllt werden. Die gerade, ebene Fläche lässt man danach 1-2 Stunden anziehen. Danach wird die Fläche mit einem Reibebrett (aus Holz oder Plastik) ganz eben und gleichmäßig gerieben.



Feinputz:

Die Feinputzmischung wird mit Lehm-schlämme und Sand angemischt. Zuschläge, wie Stroh werden eher nicht verwendet, manchmal findet man aber besondere Zusatzmaterialien wie Ochsenblut wie in manchen Rundkirchen in Äthiopien, wo der Lehmputz sehr dunkel bis fast schwarz ist und wegen seines Fettgehalts matt glänzend geklopft bzw. poliert wird.



13.00 UHR MITTAGSPAUSE

14.30 UHR STAMPFLEHMWAND

Eine Probewand mit Farben wird angefertigt. Dafür wurde die Schalung und die Bretter, die beim letzten Workshop schon zum Einsatz kamen aufgestellt. Die vorbereitete Stampflehmischung wurde eingebracht und gestampft. Bei Trennlagen wurden Farbpigmente eingestampft.



17.00 UHR ARBEITSENDE AUFGRUND VON REGEN





10.00 UHR AUSBESSERUNGEN AN DER STAMPFLEHMWAND

Die porösen Stellen werden mit verschiedenen Mischungen wieder gefüllt. Stroh und Hanffasern stellten dabei die Grundlage der Mischung dar und wurden auch vor der Befüllung in den Löchern als Trägermaterial verteilt. Die Stampflehmischung wurde angefeuchtet und in die Löcher gestrichen, nach einer kurzen Antrocknungsphase werden die sandigen Teile mit Wasser und Pinsel ausgewaschen, sodass die Optik etwas mehr einer Stampflehmwand entspricht.



11.00 UHR TESTWAND MIT FARB- PIGMENTEN

Eine Testwand wird gestampft, dabei wird der bereits gemischte Lehm nochmals befeuchtet um die Konsistenz zu testen. Weiters werden 3 Lagen mit Farbpigmenten angemischt und eingebracht.

Mischverhältnis: 1/3 Eimer Stampflehm-
mischung : 1/3 Plastikbecher Farbpigmente



DRAINAGE

Der Boden wird mit Schotter aufgefüllt. Um einen Abfluss des Regenwassers zu gewährleisten wird eine Drainage eingebaut und mit Flusteinen begrenzt.



12.00 UHR LEHMSTAKEN

Stroh, dicke Lehmschlämme ohne Sand und Wasser wird gemischt bis eine nasse, aber nicht mehr klumpige Masse entsteht. Diese wird um ein Holzlatte herum immer wieder angedrückt bis ein Staken mit einem Durchmesser von ca. 15cm entstanden ist. Der Staken wird in ein Führungssystem aus Latten eingebracht.



LEHMPUTZ

Eine Mischung im Verhältnis 1 Teil Lehm und 3 Teile Sand wird angefertigt und angeworfen.



12.30 UHR TAQUEZAL-WAND | METHODE AUS NICARAGUA

Schalungsbalken (Holzlatten, Zuckerrohr, Bamus, Äste..) werden in einem Abstand von ca. 6cm auf beiden Seiten der Wand an die Holzträger angenagelt.

Die Blindschalung bleibt nach der Befüllung mit Lehm und Steinen erhalten und wird nach Einbringung von Putzträgern wie Bruchziegeln oder Ästen verputzt.



14.00 UHR AUSSCHALEN DER FARBWAND

Die Stampflehmwand mit den Farbpigmenten wird ausgeschalt.

Erkenntnis: bei der nächsten Mischung sollte man weniger Farbpigmente untermischen und die Farbstreifen schmaler gestalten mit mehreren Schichten Stampflehmischung zwischen den Farbschichten.



WELLERLEHMWAND

Abwechseln werden 7-8 Schichten Lehmschlämme (1 Teil dicke Lehmschlämme und 1 Teil Sand) und Stroh aufeinander geschichtet. Diese Mischung bleibt einen Tag stehen, wird anschließend durchmischt und auf ein Fundament aufgeschichtet.

Mischungsverhältnis:
1 Wanne Lehm : 2,8kg Stroh



ZIEGELPRODUKTION

Verschiedene Ziegel in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen werden hergestellt:

Mischung 1: eingemaukter Lehm

Mischung 2: 1 Kübel Mischung 1 : 1/3 Kübel Wasser: 2 Kübel Quarzsand

Mischung 3: 1/3 Kübel Mischung 2 : 2 Hände gehacktes Stroh

Mischung 4: 1/3 Kübel Mischung 3 : 1 Kübel Sand

Mischung 5: 1/3 Kübel Mischung 4 : 2 Hände gehacktes Stroh

Mischung 6: Mischung 2 : 2 Hände Pferdedung mit Stroh



18.30 UHR ARBEITSENDE | FAZIT

- Stampflehmtestwand mit Farbpigmenten wurde gebaut
- Materialmischung für die Wellerlehmwand wurde vorbereitet
- verschiedene Lehmbautechniken wurden bei den Ausfachungen ausgetestet





10.00 UHR HOLZBAUWORKSHOP

Ferenc zeigt uns verschiedene Methoden der Holzarbeit. Es wird probiert zu Schnitzen, zu Hobeln, zu Sägen.



12.00 UHR LEHMPUTZ VERSIEGELUNG

Der Lehmputz wird mit einer Schicht Carnauber-Wachs imprägniert. Das Wachs wird hierzu kreisförmig aufgetragen und gleichmäßig verteilt.



12.30 UHR LEICHTLEHMWAND

Die Leichtlehmwand wird erweitert. Das Mischverhältnis besteht aus Stroh, das in Lehmschlämme getaucht wird.



FLECHTWERK

Die Dachfenster werden mittels Flechtwerktechnik verschlossen.





13.00 UHR DOKUMENTATION

Alle Erkenntnisse und Mischungsverhältnisse werden notiert und angebracht, so zum Beispiel die Mischungsverhältnisse der Stampflehm Böden.



LEHMBAUWAND NICARAGUA

Als Putzträger werden in den feuchten Lehm Äste oder Bruchziegelstücke eingebracht.



15.30 UHR KALK-KASEIN-ANSTRICH

Der trockene Putz wird mit einem Kalk-Kasein Anstrich versehen.

Mischverhältnis:
2 Teile Kalk : 1 Teil Kasein : 2 Teilen Wasser
Der Anstrich wurde einmal aufgetragen.



16.00 UHR WELLERLEHMWAND

Die leicht angetrocknete Wellerwand wird mittels eines scharfen Spaten abgestochen.



ABDECKEN DER BAUSTELLE

Die Baustelle wird winterfest eingerichtet und die Stampflehmwand mit 2 Bitumenbahnen abgedeckt.



17.00 UHR ABREISE | SCHLUSSFAKTEN

- 28 Arbeitsstunden
- 30 helfende Hände
- 6 Säcke an Stampflehm Mischung
- viele Experimente



Danke an alle Beteiligten!



BAUGESCHICHTE
BAUFORSCHUNG



FRAGEBOGEN ZUR REALISIERUNG

ENTWURF PHASE 1 | JULI 2013

1. WAS HAT DICH DAZU BEWEGT AN DER REALISIERUNG TEIL ZUHABEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich!)

- das Material Lehm
- ein Teil einer Gruppe zu sein, die einen Studentenentwurf realisiert
- die Punkte an der körperlichen Arbeit
- die ECTS Punkte

2. HAST DU DICH MIT LEHM SCHON VOR DIESEM WORKSHOP AUßERANDERGESETZT?

- ja wann | wo Architektur: ohne Elementen - Projekt Südsüdsee
Diplomarbeit
- nein

3. FÜHLST DU DICH GUT DARÜBER INFORMIERT, WAS MAN MIT LEHM ALLES MACHEN KANN?

- ja
 nein

A. WIE KÖNNTE MAN BESSER INFORMIEREN?

Infomappe, Zusammenfassung der gelungenen
Mischweitmische, Skriptum

4. VORTEILE VON LEHM - WELCHE IST DIE FÜR DICH WICHTIGSTE?

(je je nach Priorität 1-5, 1 hat dabei die höchste Wichtigkeit | 5 die niedrigste)


- die gute Temperaturregulierung und Dämmung
- die Optik
- die vollständige Recycelbarkeit
- der geringe Aufwand in der Verarbeitung (auch ohne Maschinen möglich)
- die ressourcenschonende Bauweise im Hinblick auf unsere Umwelt

5. WO SIEHST DU HEMMNISSE, DIE GEGEN EINEN VERSTÄRKTEN EINSATZ VON LEHM SPRECHEN?

Einstellung der Menschen zu diesem
Material, die Wertigkeit ist noch wie der
sehr unterschätzt

6. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF BESONDERS GUT?

Design ist wirklich gelungen
da möchte ich auch mal etwas Sünden verbüßen



7. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF ÜBERHAUPT NICHT?

8. WAS GEFÄLLT DIR GUT AN DER REALISIERUNG MITTELS STUDENTEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- praktische Erfahrungen auf einer Baustelle
- Stärkung des Gemeinschaftsgedankens
- Einbindung in aktuelle Projekte
- anderen Leuten einen neuen Lebensraum zu schaffen

9. WO SIND IM ZUGE DER ERBAUUNG PROBLEME AUFGETRETEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | | |
|--|------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Schalung | weil | Rissgenauigkeit |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Einstampeln der Holztäger | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmkuje | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil | _____ |

10. WIE KÖNNTE MAN DIESE OBEN ERWÄHNTEN PROBLEMATIKEN AM BESTEN LÖSEN?

würden super gelöst!

11. WO ERFOLGTE DIE UMSETZUNG PROBLEMLOS?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | | |
|--|------|-------|
| <input type="checkbox"/> Schalung | weil | _____ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Einstampeln der Holztäger | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmkuje | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil | _____ |

12. WOBEI HAST DU DIR BEIM ARBEITEN MIT LEHM...

A. AM SCHWERSTEN

B. AM LEICHTESTEN

mit der richtigen Einstellung gelings alles
GETAN?

13. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT STAMPFLEHM SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- lange Vorbereitungszeit
- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Verdichtung des Lehms
- Entfernung der Schalung

14. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT LEHMZIEGELN SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Entfernung der Formen
- Lagerung der nassen Ziegel

13. WÜRDST DU WIEDER AN EINEM REALISIERUNGSWORKSHOP DIESER ART TEILNEHMEN WOLLEN?

- ja, weil _____
- nein, weil _____

14. DEIN FAZIT DIESER WOCHE:

Lehne, Lehne, Lehne!

15. PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Alter 34 Jahre Geschlecht: Männlich Weiblich

DANKE FÜR DEINE TEILNAHME!

EARTH
LODGE

FRAGEBOGEN ZUR REALISIERUNG

ENTWURF PHASE 1 | JULI 2013

1. WAS HAT DICH DAZU BEWEGT AN DER REALISIERUNG TEIL ZU HABEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- das Material Lehm
- ein Teil einer Gruppe zu sein, die einen Studentenentwurf realisiert
- der Spass an der körperlichen Arbeit
- die ECTS-Punkte

2. HAST DU DICH MIT LEHM SCHON VOR DIESEM WORKSHOP AUSEINANDERGESETZT?

ja wann / wo _____

nein

3. FÜHLST DU DICH GUT DARÜBER INFORMIERT, WAS MAN MIT LEHM ALLES MACHEN KANN?

ja

nein

A. WIE KÖNNTE MAN BESSER INFORMIEREN?

4. VORTEILE VON LEHM - WELCHE IST DIE FÜR DICH WICHTIGSTE?

(Reihe nach Priorität 1-5, 1 hat dabei die höchste Wichtigkeit | 5 die niedrigste)

- 4 die gute Temperaturregulierung und Dämmung
- 3 die Optik
- 2 die vollständige Recycelbarkeit
- 5 der geringe Aufwand in der Verarbeitung (auch ohne Maschinen möglich)
- 1 die ressourcenschonende Bauweise im Hinblick auf unsere Umwelt

5. WO SIEHST DU HEMMNISSE, DIE GEGEN EINEN VERSTÄRKTEN EINSATZ VON LEHM SPRECHEN?

geringe Bekanntheit, geringe Verbreitung d. Know-how

6. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF BESONDERS GUT?

Modularität

7. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF ÜBERHAUPT NICHT?

/

8. WAS GEFÄLLT DIR GUT AN DER REALISIERUNG MITTELS STUDENTEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- praktische Erfahrungen auf einer Baustelle
- Stärkung des Gemeinschaftsgefühls
- Einbindung in aktuelle Projekte
- anderen Leuten einen neuen Lebensraum zu schaffen

9. WO SIND IM ZUGE DER ERBAUUNG PROBLEME AUFGETRETEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | |
|---|-------------|
| <input type="checkbox"/> Schalung | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Einstampfen der Holzträger | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmboje | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil, _____ |

10. WIE KÖNNTE MAN DIESE OBEN ERWÄHNTEN PROBLEMATIKEN AM BESTEN LÖSEN?

Erfahrung sammeln

11. WO ERFOLGTE DIE UMSETZUNG PROBLEMLOS?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | |
|---|-------------|
| <input type="checkbox"/> Schalung | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Einstampfen der Holzträger | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmboje | weil, _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil, _____ |

EARTH
LODGE

12. WOBEI HAST DU DIR BEIM ARBEITEN MIT LEHM...

A. AM SCHWERSTEN

das Stampfen von Lehmbecken

B. AM LEICHTESTEN

das Schichten der Schalung

GETAN?

13. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT STAMPFLEHM SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- lange Vorbereitungszeit
- Herbeiführung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Verdichtung des Lehms
- Entfernung der Schalung

14. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT LEHMZIEGELN SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- Herbeiführung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Entfernung der Formen
- Lagerung der neuen Ziegeln

13. WÜRDST DU WIEDER AN EINEM REALISIERUNGSWORKSHOP DIESER ART TEILNEHMEN WOLLEN?

ja

nein

weil...

praktische Erfahrung wichtig ist

14. DEIN FAZIT DIESER WOCHE:

viele praktische Sachen gelernt, besserer Verständnis von technischer Arbeit mit Lehm

15. PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Alter 24 JahreGeschlecht: Männlich
 Weiblich

DANKE FÜR DEINE TEILNAHME!

FRAGEBOGEN ZUR REALISIERUNG

ENTWURF PHASE 1 | JULI 2013

1. WAS HAT DICH DAZU BEWEGT AN DER REALISIERUNG TEIL ZUHABEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- das Material Lehm
- ein Teil einer Gruppe zu sein, die einen Studentenwohnort realisiert
- der Spass an der körperlichen Arbeit
- die ECTS Punkte

2. HAST DU DICH MIT LEHM SCHON VOR DIESEM WORKSHOP AUSEINANDERGESETZT?

ja wann wo Milied, beide, Wiesbaden immer bei Herrn Stiefel
 nein

3. FÜHLST DU DICH GUT DARÜBER INFORMIERT, WAS MAN MIT LEHM ALLES MACHEN KANN?

ja
 nein

A. WIE KÖNNTE MAN BESSER INFORMIEREN?

Broschüren und Lehrveranstaltungen mehr; ~~publizistische~~

4. VORTEILE VON LEHM - WELCHE IST DIE FÜR DICH WICHTIGSTE?

(reibe nach Priorität 1-5, 1 hat dabei die höchste Wichtigkeit | 5 die niedrigste)

- die gute Temperaturregulation und Dämmung
- die Optik
- die vollständige Recycelbarkeit
- der geringe Aufwand in der Verarbeitung auch ohne Masch wenn möglich
- die ressourcenschonende Bauweise im Hinblick auf unsere Umwelt

5. WO SIEHST DU HEMMNISSE, DIE GEGEN EINEN VERSTÄRKTEN EINSATZ VON LEHM SPRECHEN?

TEILWEISES WISSEN; BAUSTOFF-MONITRIE; VORURTEILE; IMAGI; TEURE RESSOURCE MANUELLE ARBEIT | ZEIT

6. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF BESONDERS GUT?

AUSNUTZUNG DER EIGENSCHAFT MASSIVITÄT DES LEHMS -
BTWA BEI DEN SITZSITZEN

7. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF ÜBERHAUPT NICHT?

WENIG HÄSSIGKEIT

8. WAS GEFÄLLT DIR GUT AN DER REALISIERUNG MITTELS STUDENTEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- praktische Erfahrungen auf einer Baustelle
- Stärkung des Gemeinschaftsgedankens
- Einbindung in aktuelle Projekte
- anderen Leuten einen neuen Lebensraum zu schaffen

9. WO SIND IM ZUGE DER ERBAUUNG PROBLEME AUFGETRETEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | | |
|---|------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> Schalung | weil | _____ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil | WENIGER ANTEIL AN TRECKEN |
| <input type="checkbox"/> Einstampfen der Holzträger | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmboje | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil | _____ |

10. WIE KÖNNTE MAN DIESE OBEN ERWÄHNTEN PROBLEMATIKEN AM BESTEN LÖSEN?

WENIGER, FEINERER LEHM ANTEIL ; FEUCHTERE MISCHUNG

11. WO ERFOLGTE DIE UMSETZUNG PROBLEMLÖS?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- | | | |
|---|------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Schalung | weil | GEWINS ARBEIT |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmwand | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Einstampfen der Holzträger | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Stampflehmboje | weil | _____ |
| <input type="checkbox"/> Holzkonstruktion | weil | _____ |

12. WOBEI HAST DU DIR BEIM ARBEITEN MIT LEHM...

richtige Konsistenz

A. AM SCHWERSTEN

mit den Mischverhältnissen u. Feuchtigkeit d. Lehms

B. AM LEICHTESTEN

Leichtbauwerk

GETAN?

13. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT STAMPFLEHM SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- lange Vorbereitungszeit
- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Verdichtung des Lehms
- Entfernung der Schalung

14. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT LEHMZIEGELN SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen sind möglich)

- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Entfernung der Formen
- Lagerung der nassen Ziegel

15. WÜRDST DU WIEDER AN EINEM REALISIERUNGSWORKSHOP DIESER ART TEILNEHMEN WOLLEN?

- ja
- nein

weil: Erfahrung, Spaß, an der frischen Luft.

16. DEIN FAZIT DIESER WOCHE:

Hätte ruhig länger sein dürfen!

17. PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Alter: 23 Jahre Geschlecht: Männlich
 Weiblich

DANKE FÜR DEINE TEILNAHME!



EARTH
LODGE

FRAGEBOGEN ZUR REALISIERUNG

ENTWURF PHASE 1 | JULI 2013

1. WAS HAT DICH DAZU BEWEGT AN DER REALISIERUNG TEIL ZU HABEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- das Material Lehm
 um Teil einer Gruppe zu sein, die einen Studentenentwurf realisiert
 der Spass an der körperlichen Arbeit
 die ECTS-Punkte

2. HAST DU DICH MIT LEHM SCHON VOR DIESEM WORKSHOP AUSEINANDERGESETZT?

ja wenn | wo _____
 nein

3. FÜHLST DU DICH GUT DARÜBER INFORMIERT, WAS MAN MIT LEHM ALLES MACHEN KANN?

ja
 nein

A. WIE KÖNNTE MAN BESSER INFORMIEREN?

Newsletter

4. VORTEILE VON LEHM - WELCHE IST DIE FÜR DICH WICHTIGSTE?

(reibe nach Priorität 1-5, 1 hat dabei die höchste Wichtigkeit | 5 die niedrigste)

- 3 die gute Temperaturregulierung und Dämmung
 4 das Opt. x
 2 die vollständige Recycelbarkeit
 5 der geringe Aufwand in der Verarbeitung (auch ohne Maschinen möglich)
 1 die ressourcenschonende Bauweise in Hinblick auf unsere Umwelt

5. WO SIEHST DU HEMMNISSE, DIE GEGEN EINEN VERSTÄRKTEN EINSATZ VON LEHM SPRECHEN?

Nicht viele Infos über Lehm (Standards),

6. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF BESONDERS GUT?

/

7. WAS GEFÄLLT DIR AN DEM ENTWURF ÜBERHAUPT NICHT?

/

8. WAS GEFÄLLT DIR GUT AN DER REALISIERUNG MITTELS STUDENTEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- praktische Erfahrungen auf einer Baustelle
- Stärkung des Gemeinschaftsgedankens
- Einbindung in aktuelle Projekte
- anderen Leuten einen neuen Lebensraum zu schaffen

9. WO SIND IM ZUGE DER ERBALUNG PROBLEME AUFGETRETEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- Schalung
 - Stampflehmwand
 - Einstampfen der Holzträger
 - Stampflehmkoje
 - Holzkonstruktion
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____

10. WIE KÖNNTE MAN DIESE OBEN ERWÄHNTEN PROBLEMATIKEN AM BESTEN LÖSEN?

mit Maschinen ☺

11. WO ERFOLGTE DIE UMSETZUNG PROBLEMLOS?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- Schalung
 - Stampflehmwand
 - Einstampfen der Holzträger
 - Stampflehmkoje
 - Holzkonstruktion
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____
- weil, _____

**EARTH
LUDGE**

12. WÖBEI HAST DU DIR BEIM ARBEITEN MIT LEHM...

A. AM SCHWERSTEN

die gute Mischung zu schaffen

B. AM LEICHTESTEN

~~die Mischung bei Stampfen~~

GETAN?

13. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT STAMPFLEHM SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- lange Vorbereitungszeit
- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Verdichtung des Lehms
- Entfernung der Schalung

14. WO GAB ES IN DER ARBEIT MIT LEHMZIEGELN SCHWIERIGKEITEN?

(Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen sind möglich)

- Herstellung des richtigen Mischverhältnisses
- Einbringung der Masse
- Handhabung der Masse (Gewicht, Struktur...)
- Entfernung der Formen
- Lagerung der nassen Ziegel

13. WÜRDST DU WIEDER AN EINEM REALISIERUNGSWORKSHOP DIESER ART TEILNEHMEN WOLLEN?

- ja
 - nein
- wer? _____
wann? _____

14. DEIN FAZIT DIESER WOCHE:

Extrem viele Sachen gelernt, gute Erfahrung mit Lehm und Holz, aber ein bisschen zu viel "Trial and error" :)

15. PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Alter: 25 Jahre Geschlecht: Männlich Weiblich

DANKE FÜR DEINE TEILNAHME!

