

KELLERGASSEN - NEU GEDACHT

READER ZUM WORKSHOP 08.-10.10.2021



INHALTSVERZEICHNIS

Themen

Einleitung	04-07
Einführung in die Weinkellerkultur	08-13
Grundlagen Lehm	14-25
Kellersanierung Toni Auer	26-29
Kalkputz	30-35
Verputzen mit Lehm	36-49
Wellerlehm	50-55
Aufmauerung von gebrannten Ziegeln mit Lehmmörtel ...	56-63
Lehmziegel	64-67
3D-Laserscanning	68-71
3D-Drohnenvermessung	72-75

Im Rahmen der Lehrveranstaltung 251.878
Entwerfen : Kellergassen - neu gedacht
Master Architektur - Kleines Entwerfen,
an der Technischen Universität Wien
wurde vom 08.-10.10.2021 ein Workshop in Hadersdorf am Kamp, NÖ abgehalten.

Teilnehmende Professorinnen: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.phil. Andrea Rieger-Jandl
Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Dörte Kuhlmann

Teilnehmende Studierende:

Däuble Franziska	Reiner Katharina
Ellinger Lisa	Rifaat Constantin
Knünz Alexander	Rohringer Katharina
Kopp Daniela	Saif el din Omar
Koszelnny Marta Katarzyna	Sandler Caroline
Kryza Viola	Scheibl Gregor
Link Julian	Schütz Anna
Marquart Nicole	Strohmaier Stefanie
Meier Maximilian	Subas Damla
Mihalyi Luisa	Swoboda Miriam
Noell Johanna	Truchly Matus
Pinetz Andreas	Wagner Karolin
Putric Ana	

Alle hier aufgeführten Inhalte wurden von den Studierenden schriftlich, zeichnerisch und fotografisch dokumentiert. Abgebildete Personen wurden um Erlaubnis gebeten. Ausnahmen sind mit den entsprechenden Quellenverweisen gekennzeichnet.

Der Reader wurde erstellt von den Studierenden Nicole Marquart und Johanna Noell.

KELLERGASSE HADERSDORF



Abb. 01: Drohnenaufnahme Kellergasse Hadersdorf

WORKSHOP VOM 8. - 10. OKTOBER 2021

Einleitung

In Hadersdorf am Kamp, Niederösterreich, wurde mit einer studentischen Forschungsgruppe in der dort anzutreffenden Kellergasse ein Objekt, ein Presshaus mit anschließender Kellerröhre, genauer untersucht.

Innerhalb von drei Tagen wurden diverse Informationen über die Nutzung der Weinkeller, ihre Bauweise sowie die angrenzende Umgebung und ihren Einfluss auf die Gemeinde gesammelt.

Im Prozess der Informationsbeschaffung wurden altbewährte Techniken in Form von Seminaren, Vorträgen aber auch praktische Hands-on-Versuche gestartet, die die Thematik des Lehmbaus in der Kellergasse hervorhoben.

Erster Forschungstag

Als erstes wurden das Presshaus und der Keller im Zuge einer kurzen Führung von außen und innen besichtigt. Danach wurden erste Tests zur Lehmzusammensetzung, dem Lehmverhalten, den möglichen Zuschlägen etc. unternommen, um ein besseres Gefühl für das Baumaterial zu entwickeln.

Zweiter Forschungstag

Der Tagesstart wurde mit einer Führung durch die Hadersdorfer Kellergasse mit Kellergassenexperten Herr Anton Winkler eingeleitet. Es wurden viele historische Aspekte rund um die Weinkultur erläutert, um die Rolle des Weinbaus in der Region besser verstehen zu können. Es folgte eine Einführung in das 3D-Laserscanning mit Lukas Stampfer, in der die Methodik der Vermessung des Presshauses und des Kellers genauer erklärt wurde. Anschließend gab Marlo Hagen eine Einführung zum

Am Nachmittag wurde das Thema Althausanierung von Lehm- und Sanierungsprofi Toni Auer am Objekt erläutert. Danach fuhren wir in eine nahegelegene Werkstatt, in der uns Toni Auer das Anrühren von unterschiedlichen Lehmmischungen sowie das Löschen von Kalk demonstrierte.

Thema Vermessung mittels Drohnenflug. Es wurde eine Vielfalt an Methoden aufgezeigt – von der Dokumentation über die Schadensfeststellung bis hin zu möglichen Sanierungsmaßnahmen.

Um das erworbene Wissen anwenden zu können, hat zur Nachmittagszeit die praktische Arbeit mit Lehm begonnen. An allen Stationen wurden diverse Mörtel- und Lehmmischungen ausprobiert, bis die jeweils passende Mischung gefunden wurde.

Dritter Forschungstag

Die Arbeit des Vortags wurde wieder aufgenommen und rasch zu Ende geführt, um die ersten Ergebnisse anschauen und analysieren zu können. Auf allen Stationen wurde eifrig gearbeitet und dokumentiert, um eine gute Grundlage für die anschließenden Entwurfsschritte zu schaffen. Nach getaner Arbeit wurde zum Ausklang ein kleines Grillfest organisiert und noch einmal Ideen für die Entwurfsphase besprochen.

All diese Informationen wurden schlussendlich als Basis für verschiedensten Entwürfe des untersuchten Objektes verwendet und unter dem Aspekt des Denkmalschutzes weitergedacht. Eine objektgerechte Nutzung in Verbindung mit der Weinkellerkultur wird angestrebt, um zukünftige Möglichkeiten für einen Platz der österreichischen Kellergassen im Weltkulturerbe zu auszuloten.



Abb. 02: Kalklöschung



Abb. 03: Vermessungslaser



Abb. 04: Drohnenflug über das Gelände



Abb. 05: Lehmziegel Mischtest



Abb. 06: Lehmputzversuche

EINFÜHRUNG IN DIE WEINKELLERKULTUR



Abb. 01: Anton Winkler vor seinen Weinreben

VORTRAG

Kultur der Kellergasse

Um uns bei unserem Entwurfsprozess zu unterstützen, bekamen wir eine Einführung in die typische österreichische Weinkellerkultur von Herrn Anton Winkler, unserem Kellernachbarn. Wir standen vor der Frage, wie die Keller genutzt wurden und warum deren Aufbau immer einem ähnlichen Schema glich.

Der Vortrag begann an der Kellertür, mit einer malerischen Umschreibung der vergangenen Zeit, als noch jeder Keller in der Gasse von den jeweiligen Bauern selbst bewirtschaftet wurde. Keller waren damals nicht nur Lusthäuschen zum Weintrinken und Dahinschwelgen, wie es so oft heute der Fall ist, sondern sicherten viel mehr wichtige Arbeitsplätze in der Region. Überall dort wo es Weingärten gab, da gab es auch Weinkeller, denn der Keller war zugleich eine Verarbeitungs- und Lagerstätte für die verschiedenen Traubenprodukte. Jedoch ist nicht jeder Keller und jeder Wein wie der andere, sondern unterscheidet sich durch regionale Merkmale. Anhand der DAC-Herkunftsbezeichnung (Districtus Austriae Controllatus) erkennt man, aus welchem Gebiet die jeweilige Flasche kommt.

In der östlichen Hälfte Österreichs gibt es etliche Weinbaugebiete. Allerdings findet man nicht immer die dazugehörigen Weinkeller. Dies ist in der Steiermark öfters der Fall. Denn um einen Weinkeller erbauen zu können, benötigt man den entsprechenden Boden. Im Kamptal befindet sich ein sehr lehmig-lössiger Boden, welcher gut bearbeitbar ist. Diese Verhältnisse finden sich nicht in allen Teilen der Steiermark wieder, da der Boden zumeist sehr felsig und hart ist. Die Bodenart ist auch für den Weinbau ausschlaggebend. Ein löss-lehmiger Boden eignet sich gut für den Grünen Veltliner, wohingegen ein besonders felsiger Boden für einen Riesling geeigneter ist.

Die Arbeit im Weinkeller begann ab der ersten Weinlese. Hier wurden früher die Trauben, ob auf Ochsenfuhrwerken oder Traktoren, in den Keller für die Weiterverarbeitung gebracht. Das Weinjahr begann im September/Oktober und zog sich bis zum Sommer des nächsten Jahres, bis die Erntezeit wieder begann. Ein wichtiges Datum in der Weinkultur ist der 11. November, St. Martinus. An diesem Datum wandelt sich der Sturm zum Heurigen oder Jungwein und der Jungwein der Vorsaison wird zum Altwein.

Kultur der Kellergasse - heute

Nun haben sich die Zeiten geändert und man hat das Konzept des in den Löss gegrabenen Weinkellers als Produktionsstätte zumeist verworfen. Stattdessen wurden in besiedelten Gebieten oberirdische Produktions- und Lagerhallen erbaut, welche sich als untauglich erwiesen, da ihre klimatischen Eigenschaften nicht der Weinherstellung entsprachen. Doch anstatt auf das altbewährte System des Kellers zurückzugreifen, wurden vollklimatisierte Hallen erbaut.

Dieser Prozess war besonders stark in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts vertreten. Der Fortschritt wurde vorangetrieben und auf Traditionen wurde wenig Wert gelegt.

Aufbau des Kellers - 1

Der Aufbau des Kellers ist typischerweise in verschiedene Sektoren eingeteilt. Man betritt den Keller durch das Presshaus. Dieses ist zu einem Teil unterirdisch und bildete den Eingang in die Kellerröhre. Neben der Eingangstür befindet sich zumeist ein Stüberl, welches wahlweise von außen, oder innen betreten wurde. Es wurde als Rastplatz, aber auch als Bewirtschaftungsraum für Gäste und Kunden genutzt. Auf der gegenüberliegenden Seite ist das sogenannte Seibiet. Dieses befindet sich immer an der straßenseitigen Front des Hauses. Diese Position war zwingend notwendig, da es durch eine

Nun erleben wir eine Renaissance des Weinkellers. Der Keller wird heutzutage stark romantisiert und es werden ihm neue Nutzungsprofile zugeschrieben. Viele Keller wurden zu Wochenendhäusern, Partykellern und dergleichen umgenutzt. Das trifft aber nicht auf alle zu, denn viele von ihnen wurden vergessen und verfallen still und leise.

Luke in der Fassade von der Straße aus mit Trauben befüllt wurde. Bevor die Trauben aber im Becken landen, passieren die Reben eine Rebelmaschine. Diese war einerseits eine Vorrichtung, um die Trauben von den Kernen zu befreien und andererseits, um die Trauben aufzubrechen und den Saft herausfließen zu lassen. Nun wurde die Maische im Biet gelassen, damit sich der Saft und die Geschmacksstoffe entwickeln können. Wenn sich genügend Flüssigkeit angesammelt hatte, wurde diese durch einen Ablauf in ein anderes Becken abgelassen.



Abb. 03: Stüberl



Abb. 04: Seibiet



Abb. 05: Traubenbefüllung durch Luke in der Fassade

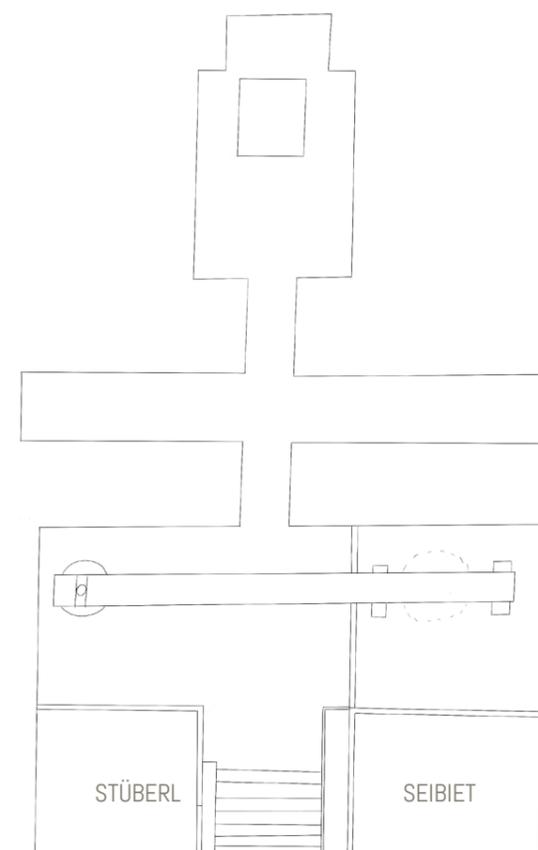


Abb. 02: Grundriss Presshaus Herr Winkler

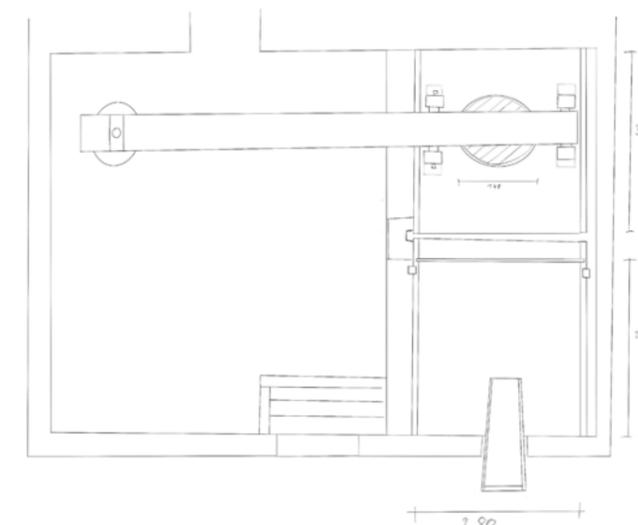


Abb. 06: Grundriss Presshaus und Becken

Einschub : Kultur der Weinpresse

Die restliche Maische wurde anschließend in den Presskorb geschaufelt, welcher sich im Pressbriet befand. Die Presse erstreckte sich über den gesamten Raum und wurde zumeist schon während der Bauarbeiten an ihrem Platz positioniert. Um den Pressvorgang zu starten, verschloss man den Presskorb

von oben mit einem großen Holzdeckel und stapelte Vierkanthölzer darauf. Nun wurde mit Hilfe einer Holzspindel auf der gegenüberliegenden Seite Druck aufgebaut und der Saft begann zu fließen. Ursprünglich wurde mit dem Pressbaum über mehrere Stunden lang gepresst.

Aufbau des Kellers - 2

Hinter dem Pressbaum befindet sich der Eingang in die Kellerröhre. Hier geht man steil hinab in die Gewölbe, auf den Seiten befinden sich kleine Nebengänge mit Lagerräumen. Nach dem engeren Abgang öffnet sich der Keller zu einem großen gewölbten Raum. Hier lagerten die großen Fässer in denen der Wein gärte. Durch die dabei entstandenen Gase, war eine stetige Lüftung notwendig. Hierfür waren kaminartige Entlüftungsröhre in die Decke eingebracht.

Der Keller eignet sich durch sein feuchtes und konstant kaltes Klima perfekt, um Wein einzulagern. Zusätzlich findet man hier eine besondere Art des Kellerschimmels, welcher bei Winzern zwar beliebt ist, jedoch zerstörend auf die Ziegel wirkt. Aufgrund der Material- und Klimafaktoren ist eine stetige Wartung und Instandhaltung von Inventar und Bausubstanz zwingend notwendig.

Probleme des Kellers

Es treten derzeit viele wartungs- und altersbedingte Schäden im Keller auf, welche auf eine sachliche Renovierung warten. Das Hauptproblem ist die Wasserableitung an der Oberfläche, da Starkregenfälle die Stabilität des Kellers gefährden.

Ein passendes Rinnensystem ist auszubauen, um den Kellerkomplex in seiner heutigen Größe zu erhalten.

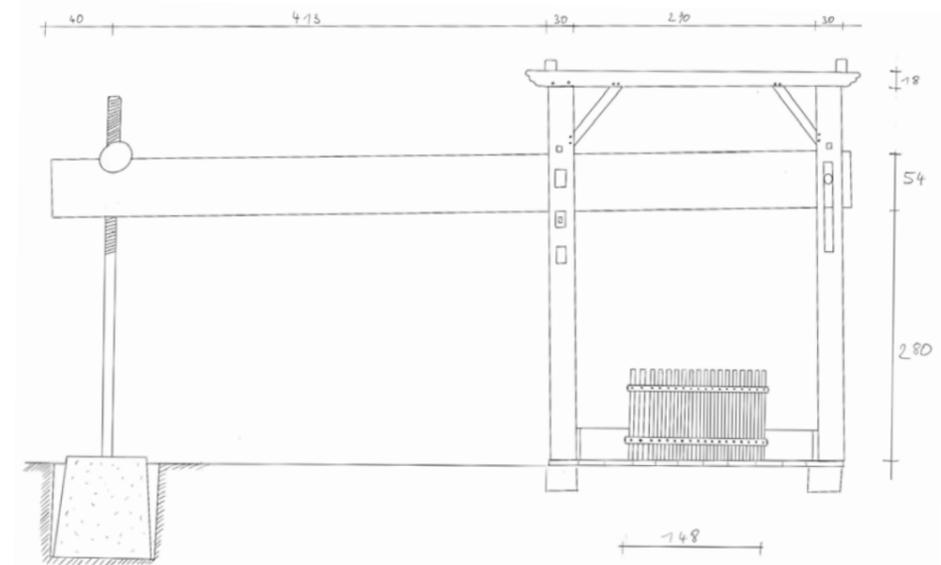


Abb. 07: Schnitt Weinpresse



Abb. 08: Weinpresse



Abb. 09: Presskorb



Abb. 10: Vortrag in der Kellerröhre



Abb. 11: Weinfass

GRUNDLAGEN LEHM

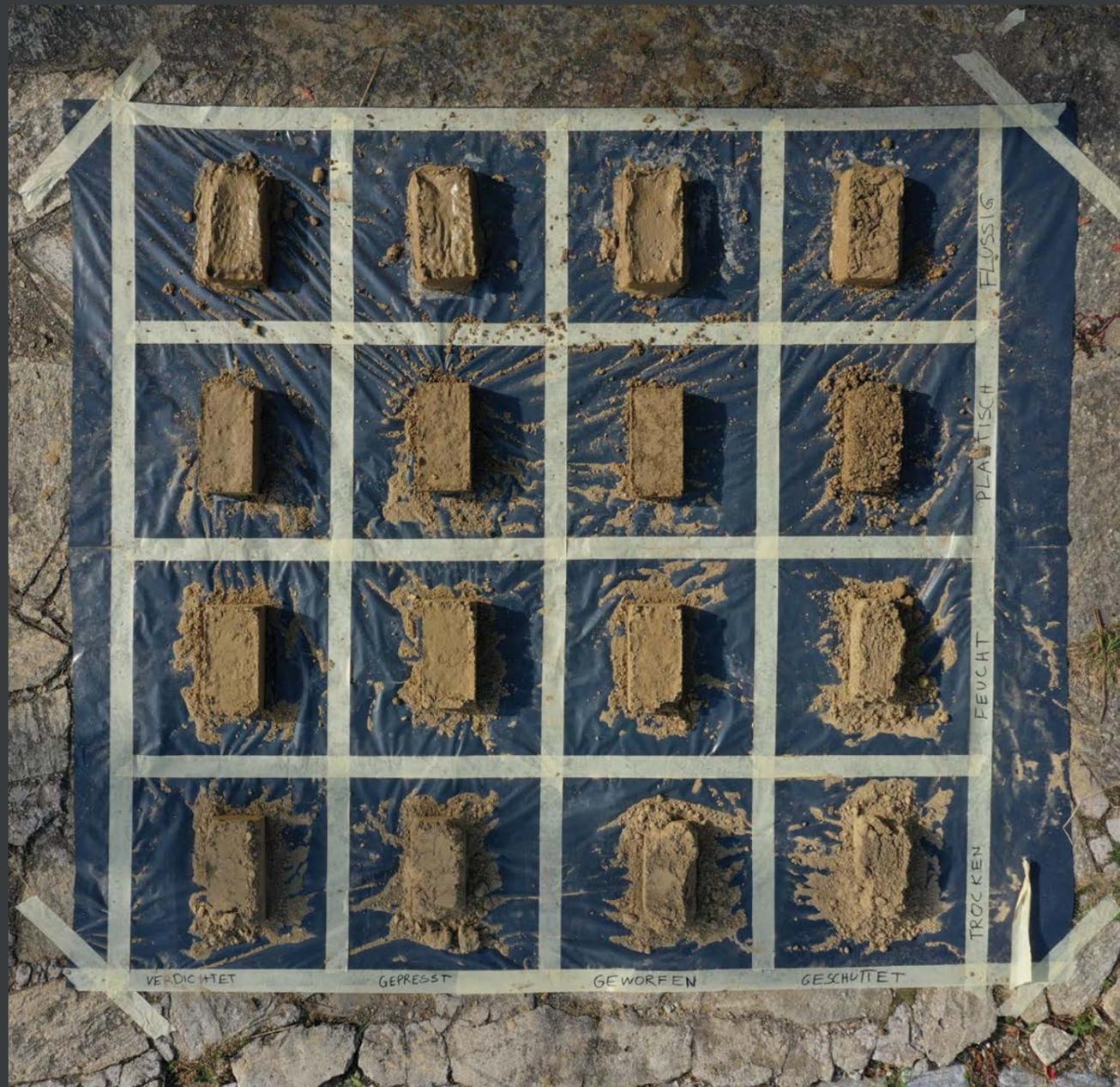


Abb. 01: Lehmziegel Mischtest

VORTRAG

Lehm

Lehm ist das älteste verwendete Bindemittel, neben Holz das älteste Baumaterial und spielt besonders in vernakulärer Architektur eine besondere Rolle. In fast allen heiß-trockenen und gemäßigten Klimazonen war Lehm das vorherrschende Baumaterial. Früher war in Österreich den Adligen und Städtern das Bauen mit gebrannten Ziegeln vor-

behalten. Aufgrund dessen genießt der Lehm heute noch kein besonders hohes Ansehen und wird als das Baumaterial der Armen gesehen.

Lehm ist eine Mischung aus Sand (Korngröße über 0,06mm), Schluff (Korngröße zwischen 0,06 und 0,0002mm) und Ton (Korngröße unter 0,002mm).

Wissenswertes

Lehm ist kein genormter Baustoff! Verschiedene Zusammensetzungen müssen beachtet und gegebenenfalls durch Zusätze verändert werden. Lehm ist nicht wasserfest! Er muss deshalb vor Regen und vor Frost geschützt werden.

Lehm schwindet beim Austrocknen! Die Trockenschwindmaße sind im Nassverfahren 3-12% und bei Stampflehm 0,4 – 2%, können aber durch Reduzierung des Wasser- und Tonanteils wesentlich verringert werden.

Vorkommen

Lehm kommt quasi überall auf der Welt natürlich im Boden vor. Im Voralpenraum findet man die Lehmschicht meist unter der Hummus-Schicht (je nach örtlichen Begebenheiten zwischen 30-50cm dick). Je nach genauer Mineralischer Zusammensetzung kann der Lehm in der Farbigkeit von weiß-grau über gelb-ocker-

rot-braun bis zu schwarz erscheinen. Aufschluss über den Tongehalt oder die Festigkeit gibt dies jedoch nicht. Im Workshop wurden verschiedene Lehme aus unterschiedlichen Regionen gezeigt: Lehm aus Zypern, Marokko, Iran und Herzogenburg. Alle wiesen verschieden Farbtöne auf.

Eigenschaften

Lehm ist abhängig vom Tongehalt plastisch und wasserundurchlässig (ein höherer Tonanteil bedeutet: plastischer und undurchlässiger), bis zur Sättigung stark wassersaugend. Er quillt bei Wasserzugabe und schwindet beim Trocknen. Lehmziegel sind lediglich mit einer Druckfestigkeit von 2 N/mm² genormt und haben damit eine begrenzte Tragfähigkeit. Als ausfachendes Material eignet

sich Lehm wegen seiner hohen Wärmespeicherfähigkeit allerdings sehr gut. Erdfeuchter, nicht verdichteter Lehm hat eine Rohdichte von 1000 – 1500 kg/m³. Lehm riecht grundsätzlich kaum bis leicht nach Strand. Riecht der Lehm nach Erde oder modrig, befindet sich ein Hummus im Lehm, was ihn als Baumaterial unbrauchbar macht

Zusammensetzung

Aufgrund unterschiedlicher Gegebenheiten schwanken die genauen Mischungsverhältnisse des Lehmes, und damit auch die Eigenschaften. Für die unterschiedlichen Verarbeitungstechniken werden unterschiedliche Lehmmischungen benötigt. Je höher der Tonanteil, desto

fetter die Lehmmischung - bei niedrigem Tonanteil spricht man von magerem Lehm. Besonders hohe Tonanteile werden für gebrannte Ziegel benötigt, bei Stampflehm hingegen besonders niedrige Tonanteile.

Zuschläge

Durch verschiedene Zuschläge können die Eigenschaften des Lehms stark beeinflusst werden.

Zuschläge sind unter anderem:

Quarzsand
Bentonit
Kaolinit
Hanf
Flachs
Schafwolle
Asche
Stroh
Strohmehl
Holzmehl
Spreu
Blähton
Kalk
Sägespäne
Korkschrot
Leinöl (-Firniss)
Carnaubawachs

Verwendung im Lehm:

Strecken, bzw. Abmagern
Dichtmaterial und Verfestigung
Auffetten
Verstärkungsfaser und Verbesserung Dämmwirkung
Verstärkungsfaser und Verbesserung Dämmwirkung
Verbesserung Dämmwirkung
Auffetten
Verstärkungsfaser und Verbesserung Dämmwirkung
Verstärkungsfaser und Verbesserung Dämmwirkung (besonders Putz)
Verstärkungsfaser und Verbesserung Dämmwirkung (besonders Putz)
Verringerung Rohdichte
Verringerung Rohdichte
Abmagern
Verringerung Rohdichte
Verringerung Rohdichte und Verbesserung Dämmwirkung
Erhöhung Abriebsfestigkeit und Oberflächenversiegelung
Erhöhung Abriebsfestigkeit und Oberflächenversiegelung



Abb. 02: Im Bild v.l.n.r.: Kaolinit, thixotrope Erde, fetter Lehm und sandiger Lehm (Thixotrope Erde wird weich durch Kneten und härtet in Ruhelage)



Abb. 03: Foto der möglichen Zuschläge aus dem Workshop

GRUNDLAGEN LEHM



Abb. 04: Kugelformtest



Abb. 05: Falltest

ARBEITSABLAUF

Testmethoden zur Bestimmung des Tongehaltes

Durch verschiedene Testmethoden kann der Tongehalt des Lehmes mehr oder weniger genau bestimmt werden. Laboranalysen werden hierbei nicht berücksichtigt. Durch Vor-Ort Proben und Schätzungen, sowie Versuche können die

Mischverhältnisse ausreichend genau bestimmt werden. Neben der vorgestellten Tests gibt es noch eine Vielzahl von Methoden zur Bestimmung verschiedener Eigenschaften des Lehms.

Kugelformtest

Im Kugelformtest wird der Lehm in erdfeuchtem Zustand zu einer Kugel mit Durchmesser von ca. 5 cm geformt. Fällt die Kugel bereits beim Formen auseinander, ist der Lehm zu trocken oder zu mager.

geschätzt bei ca 15%) und Lehm aus der Lehmgrube Zöchbauer (Lehm & Sand) (Tonanteil hoch – fetter Lehm)

Im Workshop wurden drei verschiedene Lehme getestet. Der hauseigene Lehm aus Hadersdorf am Kamp (Tonanteil geschätzt bei 10-15% - magerer Lehm), Lehm aus Herzogenburg (Tonanteil

Im Kugelformtest wurde der Einfluss von Wasser sehr stark sichtbar – bei Verwendung von zu viel Wasser (mehr als Erdfeuchte Masse) wurde der Lehm stark klebrig und schmierig. Aus dem hauseigenen Lehm konnte auch ohne Wassergabe eine feste Kugel geformt werden.

Falltest

Ist die Kugel geformt, wird sie aus ca. 1m fallen gelassen. Zerfällt die Kugel zu Krümel, ist der Lehm zu mager. Zerfällt er in mehrere Teile, besitzt der Lehm einen Tonanteil von ca. 15%. Bleibt die Kugel ganz, ist der Lehm zu fett und muss für die meisten Arbeitsverfahren abgemagert werden.

Beim hauseigenen Lehm zerfiel die Kugel in mehrere Teile, welche jedoch einen kompakten Hügel gebildet hat (rechte Kugel im Bild). Die Kugeln aus den gekauften und mitgebrachten Lehmen blieben ganz, welches einen fetten Lehm indiziert (die beiden linken Kugeln)

Schneidtest

Ebenfalls kann die Kugel im Schneidtest mit dem Messer auseinandergeschnitten werden. Glänzen dabei die Schneidflächen ist der Tonanteil relativ hoch. Wie

auch im Falltest angedeutet, zeigen die mitgebrachten Lehme deutlich glänzende Schnittflächen und damit einen fetten Lehm.

Würstelprobe oder Zigarrenprobe

Eine andere Testmethode bietet die Würstelprobe. Dabei wird mit der möglichst homogenen Masse eine Wurst mit ca. 3cm Dicke und 30cm Länge gebildet und über den Handrücken oder eine

Kante geschoben, bis der vordere Teil unter seinem eigenen Gewicht abbricht und auf den Boden fällt. Die Länge des abgebrochenen Stücks entspricht ca. dem prozentualen Tonanteil.

Sedimentationstest

In der Sedimentationsprobe wird Lehm mit viel Wasser in einem Glas aufgeschwemmt. Kies und Sandbestandteile setzen sich sehr viel schneller ab als die feineren Schluff- und Tonpartikel. Aus der Schichtung der Partikel kann man

die Kornverteilung der Masse schätzen. Diese Kornverteilung ist jedoch keine Massenverteilung! Auch sind die sichtbaren Schichtgrenzen nicht die Grenzen von Ton und Schluff bzw. Schluff und Sand.

Testfehler

Wichtig bei den grundsätzlichen Tests ist die Erdfeuchte und Homogenität der Masse. Zu feuchte Lehmproben lassen sich zuerst leichter Formen, schwinden dann aber zu stark und unterliegen einer starken Rissbildung oder werden klebrig

und damit schlechter formbar. Bei der Würstelprobe muss eine sehr homogene Masse erreicht werden, frei von Fremdkörpereinschlüssen (Steine, etc.), um eine Verfälschung des Testergebnisses zu verhindern.



Abb. 06: Schneidtest



Abb. 07: Sedimentationstest

Lehmtest in Ziegelform 1/2

Die Ziegelprobe soll vereinfacht die Auswirkung verschiedener Lehm – Wasser – Mischungen und die Art der Einbringung darstellen. Der Einfachheit halber werden dem Lehm keine Zuschläge beigemischt.

Die Einbringungsarten in das Ziegelmodell sind :

Geschüttet	keinerlei Verdichtung
Geworfen	leichte Verdichtung (aufgrund der Geschwindigkeit bevorzugte Methode)
Gepresst	Material in Form geworfen, bei voller Form zusätzlich angepresst
Verdichtet	Material schichtweise verdichtet

Durch vier verschiedene Wasserzugaben zu je einem Kübel Lehm werden vier verschiedene Wassergehälter und damit verschiedene Konsistenzen erreicht :

Trocken	1 Kübel erdfeuchter Lehm
Feucht	1 Kübel erdfeuchter Lehm + 600 ml Wasser
Plastisch	1 Kübel erdfeuchter Lehm + 1200 ml Wasser
Flüssig	1 Kübel erdfeuchter Lehm + 2400 ml Wasser

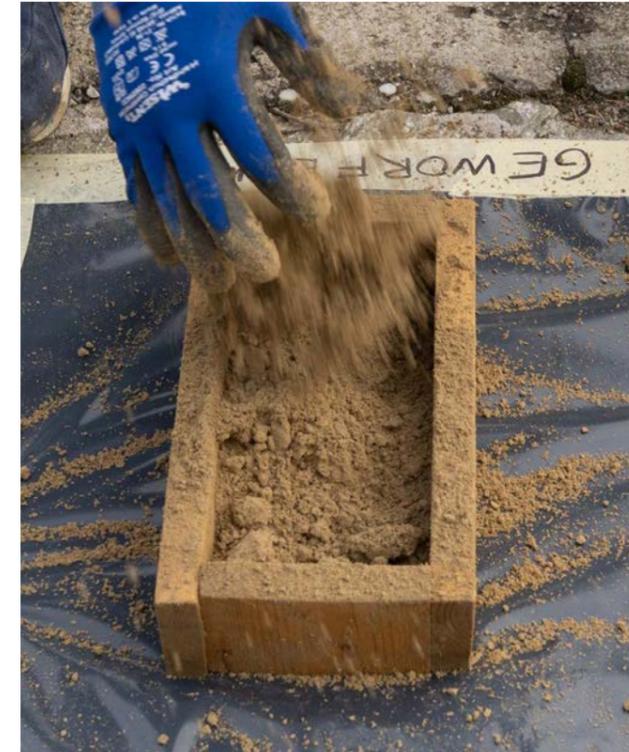


Abb. 08: Geworfener Lehm



Abb. 09: Verdichteter Lehm

Lehmtest in Ziegelform 2/2

Wichtig bei der Probe ist die Homogenität der Masse. Der Lehm wirkt bei nicht optimaler Vermengung lange zu trocken, obwohl der optimale Wassergehalt erreicht ist. Bei weiterer Durchmischung wird dies besser sichtbar.

Zu feuchte Lehmproben lassen sich zuerst leichter Formen und in die Form pressen, lösen sich aber sehr schlecht von der Ziegelform, sacken zusammen und schwinden bei der Trocknung stark (Gefahr von Trocknungsrisse im Ziegel)

Im Bild (Abb. 11) sieht man, dass der Lehm viel zu feucht und daher viel zu plastisch ist.

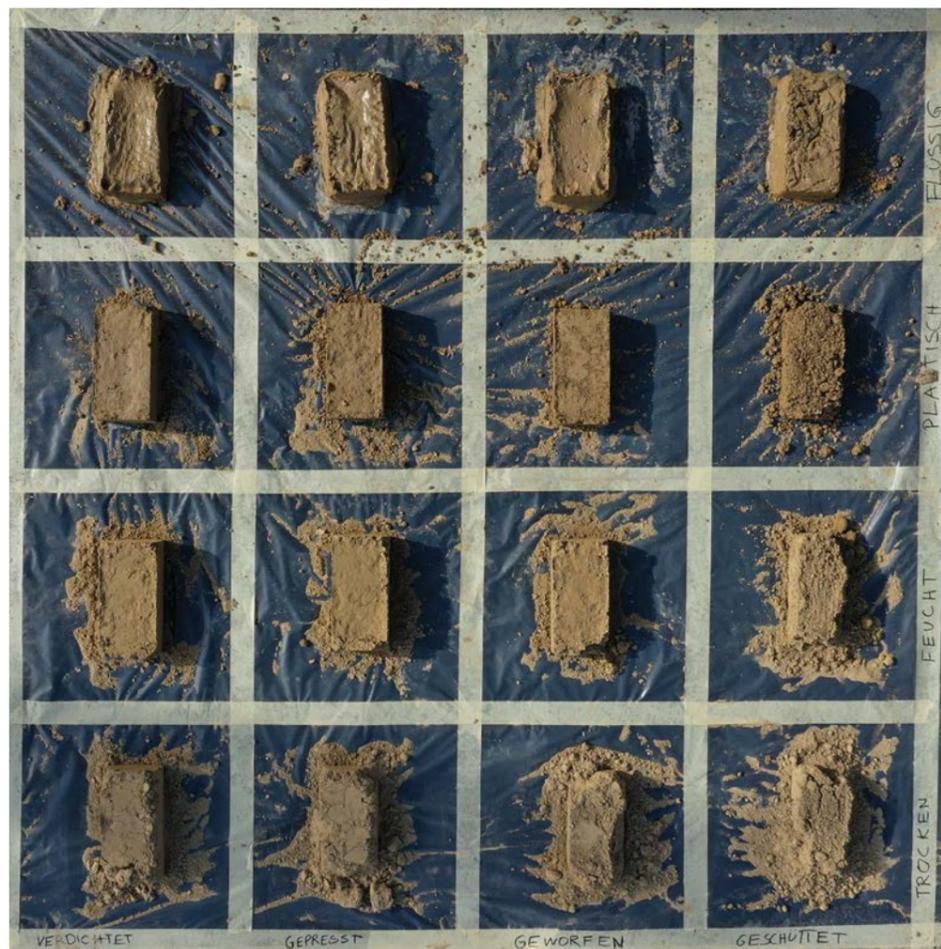


Abb. 10: Alle Ziegelproben (x Achse: Einbringart, y Achse: Wassergehalt)



Abb. 11: Nasser Lehm



Von links nach rechts: Abb. 12: zu nass, Abb. 13: zu trocken und Abb. 14: ein gutes Mischungsverhältnis

KELLERSANIERUNG TONI AUER



Abb. 01: Toni Auer beim Vortrag

VORTRAG

Kurzbeschreibung

In einem Vortrag berichtete Lehm- und Altbau-Experte Toni Auer über seine Erfahrung bezüglich der nachhaltigen Sanierung von bestehenden Gebäuden.

Toni Auer ist gelernter Maurer und war jahrelang in der Baubranche u.a. als Polier und Bauleiter tätig. Vor ca. 20 Jahren lernte er den Baustoff Lehm kennen. Die Arbeit rund um den ökologischen Baustoff begeisterte ihn, und er machte unter Roland Meingast und dessen Firma Natur & Lehm das Material in Österreich erstmals wieder publik. Seit 20 Jahren ist er selbstständig als ausführende Firma für Lehmbau tätig.

Zielsetzung

Ziel des Vortrages war es, eine umfassende Einführung in die nachhaltige Sanierung von bestehenden Gebäuden zu unterrichten, mit Fokus auf objektspezifische Methoden und Maßnahmen mit ökologischen Materialien.

Des Weiteren wurde auch die Probleme einer nicht fachgerechten Sanierung erläutert und der Umgang mit Lehm, Kalk und ähnlichen Materialien für die Sanierung geschildert.

Beschreibung

Sein Vortrag im Zuge des Workshops begann mit einem allgemeinen Einblick in die Bausanierung von Bestandsgebäuden und fokussierte dann auf das Thema unseres Entwerfens. Dabei befasste er sich mit dem lokalen Presshaus und dem zugehörigen Keller. Er informierte uns über die gängigen Methoden der Sanierung bezüglich Feuchteschäden, statischen Bauschäden und beendete das Thema mit beispielhaften Einbauten, um ein bestehendes Gebäude adäquat umnutzen zu können.

Die Sanierung eines Gebäudes beginnt immer mit einem Wunsch. Der Bauherr wünscht sich ein Gebäude zu sanieren, das kann sehr unterschiedlich aussehen. Es gibt rein oberflächliche Sanierungen, um das Ortsbild zu erhalten, Sanierungen um etwaigen Bauschäden vorzubeugen, bauphysikalische Sanierungen und Sanierungen, durch die das Gebäude einer neuen Nutzung zugeführt wird. Das Ziel des Bauherren gehört jedenfalls im Vorhinein eruiert.

Zuallererst muss bei jedem Projekt in der Bausanierung eine detaillierte Begutachtung des Objektes erfolgen. Der größte Feind solcher Bauwerke ist das Wasser in jeglicher Form. Daher müssen vor allem

die Stellen näher geprüft werden, welche dem Wasser ausgesetzt sind. Diese Bauschäden gehören alle genauestens dokumentiert.

Nach der Begutachtung im Außenraum werden sämtliche Innenräume untersucht. Dabei wird unter anderem geprüft, ob die Wände feucht sind, welche Spuren der Abnutzung sie aufweisen, etc.

Nach dem Rundgang gehört abgeklärt, inwiefern das Objekt sich nach den Vorstellungen des Bauherren sanieren lässt. Dabei ist besonders auf die Kosten Rücksicht zu nehmen. Ein Gebäude zu sanieren ist schnell mit hohen Kosten verbunden, vor allem wenn man eine Wohnnutzung anstrebt.

Abschließend zum Vortrag wurden uns noch etliche Aufbauten für eine nachhaltige Sanierungen mit ökologischen Materialien erklärt, z. B. Bodenaufbauten mit verschiedenen Belägen wie Holz und Lehm, Wandaufbauten mit Lehmputz und Dachaufbauten mit Kaltdachausführung. Dabei hat Auer immer auf etliche Varianten aufmerksam gemacht, welche sich je nach Anforderungen variieren lassen.

Weiters wurden wir ausführlich über falsche Sanierungsmethoden aufgeklärt, welche zu Rissen, Bauschäden oder Schimmel führen können.

Material

Bestehende Bausubstanzen:

Holz, Dachziegel, Lehm, Kalk, Ziegel, Putz & Mörtel
(sämtliche Zusammensetzungen)

Materialien für die Sanierung:

Lehm, Kalk, Ziegel, Sand, Holz, Dachziegel, Stroh, Hanf, Schafwolle, Schotter
Nicht akzeptables Material: Zement

Ergebnis

Sehr aufschlussreiche Einführung in die Thematik und viel Inspiration, Information und Expertise für den Entwurf und den zukünftigen Berufsweg.



Abb. 02: Lehmwerk.at / Bodenaufbau Sanierung



Abb. 03: Lehmwerk.at / Wandaufbau Sanierung

KALKPUTZ

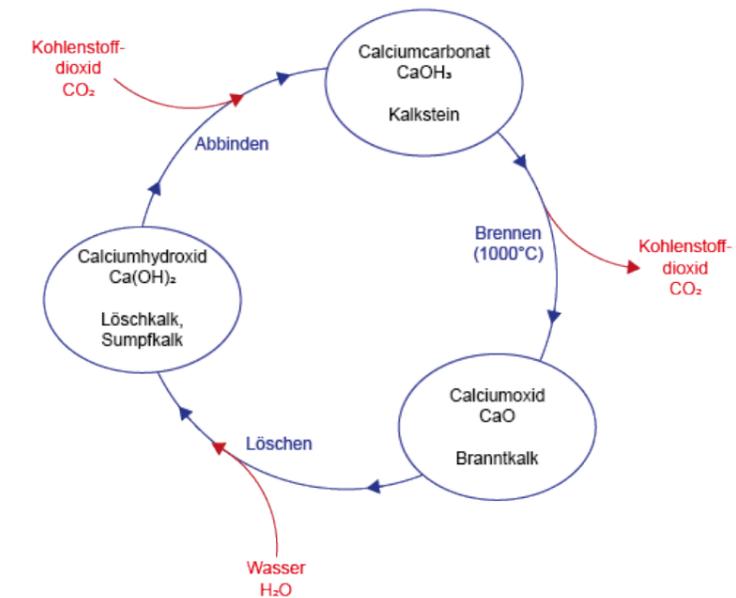


Abb. 01: Kalkputz auf Lehmputz

ARBEITSABLAUF

Herstellung von Kalk / Technischer Kalkkreislauf:

Kalk wird aus dem Rohmaterial Kalkstein gewonnen, welcher auch in österreichischen Gebirgen (beispielsweise in den nördlichen Kalkalpen und im Drauzug) zu finden ist. Um aus diesen den Baustoff Kalk herzustellen, durchlaufen die Steine den technischen Kalkkreislauf:



Glossar

Kalkstein:	Rohstoff / Ausgangsstoff
Branntkalk:	Kalksteine nach dem Brennvorgang bei 1000°C
Löschkalk / Sumpfkalk:	Branntkalk nach dem Ablöschvorgang
Kalkputz:	Löschkalk und Sand (Verhältnis: 1 x Kalk und 3 x Sand)
Kalkmörtel:	Löschkalk und Sand
Kalkestrich:	Löschkalk, Sand und Schotter
Kalkmilch:	stark verdünnter Sumpfkalk
Kalkfarbe:	verdünnter Sumpfkalk
Tadelakt:	marokkanischer Kalk in Kombination mit starker Verdichtung und Olivenseife

1. Brennen

Die abgebauten Kalksteine (auch Calciumcarbonat, Summenformel: CaCO_3) werden in einem Hochofen bzw. Kalkofen bei ca. 1000°C gebrannt. Durch das Austreiben von Kohlenstoffdioxid (Summenformel: CO_2) werden die Steine entsäuert und zerfallen in kleinere

Elemente. Das entstandene Produkt wird als Calciumoxid (Summenformel: CaO) bezeichnet. Im weiteren Verlauf kann dieses in schotterartige Stücke von 1-1,5 cm Größe oder zu Pulver zerkleinert werden und gelangt unter dem Begriff Branntkalk auf den Markt (Abb 02).

2. Löschen

Durch das Hinzufügen von Wasser zum Branntkalk entsteht Calciumhydroxid (Summenformel: $\text{Ca}(\text{OH})_2$), der sogenannte Löschkalk. Dieser Prozess wird von einer hohen Wärmeentwicklung und Volumenvergrößerung begleitet und kann unter bestimmten Sicherheitsvorkehrungen selbst durchgeführt werden. Dabei muss das Wasser in kleinen Mengen zugeführt werden, während die Masse stetig verrührt und gemischt wird bis sie eine breiartige Konsistenz aufweist. Den Vorgang bezeichnet man auch als „Nasslöschen“ (Abb 03).

Mit Wasser bedeckt kann der Löschkalk eingesumpft und mehrere Jahre oder Jahrzehnte gelagert werden, wobei sich seine Eigenschaften mit zunehmender Zeit verbessern. In diesem Zustand spricht man von Sumpfkalk (Abb 04).

Dieser kann auch in Säcken erworben werden (Abb 05).

In der industriellen Herstellung von Löschkalk werden dem Branntkalk nur geringe Mengen von Wasser zugeführt, weshalb dieser zu Pulver zerfällt.

3. Abbinden

Das Abbinden des Löschkalks ist ein Prozess, der über mehrere Jahre andauern kann. Dabei bindet der Löschkalk in

reiner Form das in der Luft befindliche Kohlendioxid (Summenformel: CO_2) wieder und schließt damit den Kreislauf.



Abb. 02: Branntkalk



Abb. 03: Löschkvorgang



Abb. 04: Selbst hergestellter Sumpfkalk



Abb. 05: Sumpfkalk vom Markt

Kalk als Baumaterial

Für die Verwendung des Löschkalks als Baumaterial können diesem feste Zuschläge, wie Schotter und Sand oder aber zusätzliches Wasser, zugeführt werden. Der Kalk entwickelt dadurch unterschiedliche Produkte, die im Bauwesen ihre Anwendung finden.

Kalkmörtel bzw. Kalkputz wird durch Mischen von Sumpfkalk mit Sand und/oder Schotter hergestellt. Dabei sollte die Mischung aus drei Teilen Sand und einem Teil Kalk zusammengesetzt werden (Abb 06).

Der Kalkputz wird dann mit einer Kelle „angeworfen“ und später mit einer Latte oder Ähnlichem abgezogen. Der Kalk-

putz unterscheidet sich durch den weißen Kalk farblich stark vom Lehmputz. (Abb 07).

Mit frisch gelöschtem Kalk, auch „heißer Kalk“ genannt, können auch Fugen geschlossen werden. Beim Abbund vergrößert sich das Volumen des Kalks und funktioniert somit wie Quellmörtel.

Wird Kalk als Farbe verwendet, muss dieser stark verdünnt werden. Das richtige Mischverhältnis ist anhand der Transparenz der Lösung zu ermitteln; in zu starker Form blättert der Kalk sonst später ab. Soll eine homogene Fläche und Farbdeckung erreicht werden, muss die Kalkfarbe 5-6-mal aufgetragen und jedes Jahr einmal nachgestrichen werden.

Kalkprodukte im Bauwesen

Im Lehmnbau findet Kalk in Form von Putz seine Anwendung oftmals im Außenbereich, da er eine höhere Wasserresistenz als Lehmputz aufweist. Zudem kann Kalk auch zur Herstellung von Kalkmörtel oder Kalkestrich herangezogen werden. Trotz der hydraulischen Eigenschaften des Materials ist in allen Fällen die Diffusionsoffenheit gewährleistet.

In stark verdünnter Form kann Kalk auch als Kalkmilch verwendet werden, die eine desinfizierende Eigenschaft aufweist. Diese findet oftmals ihre Anwendung im Lehmnbau mit organischen Zuschlägen (beispielsweise Wellerlehm), da eventuell entstehende Schimmelkeime während der Trocknungsphase abgetötet werden.

Kalkfarbe ist ein weiteres schadstofffreies Produkt, welches im Bauwesen schon seit Jahrhunderten seine Anwendung findet. Das sogenannte „Weißeln“ von Wänden dient neben der Wasserabweisung auch zum Weißfärben der Wände.

Eine Ausnahme bildet der Tadelakt (siehe Abbildung 08), der sich mit seiner absoluten Wasserresistenz von den anderen Kalkprodukten unterscheidet. Hierbei handelt es sich um einen Kalkstein, der nur in Marokko zu finden ist.

Wie auf der Abbildung erkannt werden kann, wird der Tadelakt ähnlich zu Kalk- und Lehmputz in mehreren Schichten aufgetragen. Die erste Schicht, der sogenannte Grobputz, wird mit auf ein Netz aufgetragen. Danach wird die zweite Schicht aufgespachtelt. Für die typische Optik und die Wasserresistenz wird der Tadelakt nun mit einem Stein und mit Olivenseife poliert. Mit dieser aufwendigen Technik können ganze Sitzmöbel oder auch Waschbecken und Duschen gebaut und dann überzogen werden.

Durch die Zugabe von Pigmenten können den verschiedenen Kalkprodukten unterschiedlichste Farben gegeben werden, je nach Wunsch.



Abb. 06: Kalkputz



Abb. 07: Kalkputz auf Lehmputz

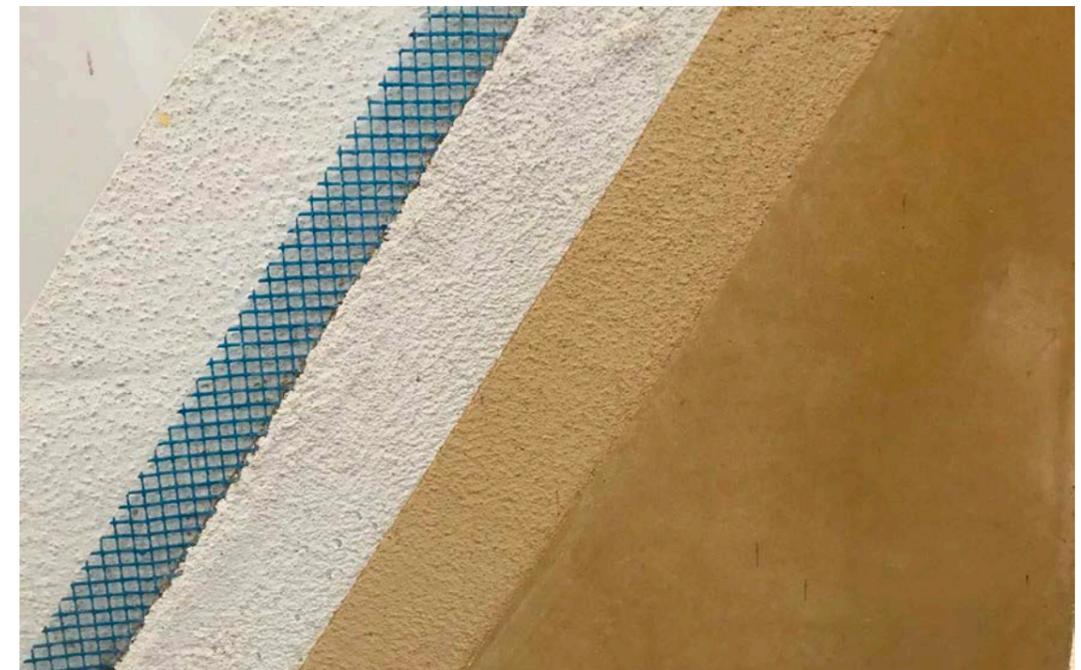


Abb. 08: Tadelakt

VERPUTZEN MIT LEHM



Abb. 01: Ausgangslage Mauerwerk, Presshaus Hadersdorf



Abb. 02: Werkzeuge

ARBEITSABLAUF

Beschreibung

Die Wände des untersuchten Presshauses in der Kellergasse in Hadersdorf am Kamp bestehen sowohl aus gebrannten Ziegeln als auch aus Lehmziegeln. Die teilweise verputzten Wände weisen

fehlende Ziegel und damit Schadstellen auf. Im Laufe unseres Workshops wurde damit begonnen, die Fehlstellen mit Wellerlehm und Lehmziegeln auszufachen.

Zielsetzung

Ziel von „Verputzen mit Lehm“ war es, das richtige Mischverhältnis des speziellen Lehms, welcher vor Ort vorhanden ist, für das Verputzen von der Ziegelwänden des Presshauses zu bestimmen. Um das Verhalten des Lehms an den verschiedenen Unterflächen zu eruieren, haben wir unterschiedliche Mischverhältnisse getestet.

Langfristig sollte das Presshaus vollflächig saniert werden. Hierfür benötigt es vorerst vollständig sanierte Ziegelwände, ohne Fehlstellen, und die Bestimmung des optimalen Lehmputzes.

Material

Lehm direkt von der Kellerröhre, gesiebter Sand, Stroh sowie Wasser. Eventuell Farbpigmente.

Werkzeuge

Arbeitsgewand, Handschuhe | Hammer, Pickel, Stemmeisen, Meisel zum Vorreinigen | Pinsel zum Nässen | Kelle (Holz und Metall), Dreiecks- und Trapezkelle, Abziehlatte (Kartätsche), etc.

zum Anwerfen und Glätten | Mörtelwannen und Kübel zum Verühren | Rührwerk (Quirl) und Spaten zum Mischen | Krepp-/Malerband und Stift zum Beschriften

Lokale Vorarbeiten

Zu Beginn musste das Mauerwerk von Verunreinigungen befreit werden. Beim Reinigen des Mauerwerks brachen Stücke von Steinen und Ziegeln heraus. Allgemein wurde das lokale Mauerwerk durch grobe Unebenheiten definiert. Für die Lehmputz-Arbeiten wurden homogene Probeflächen in vordefinierten

Arbeitsbereichen im Ausmaß von 70x70cm Bereichen benötigt. In unserem Fall wurde hierfür der alte Putz abgeschlagen. Bei den gebrannten Ziegeln mussten die Fugen ausgekratzt und ausgeputzt werden. Im Anschluss wurde die Mauer mit Hilfe eines Pinsels von Staub und losem Material befreit.



Abb. 03: Reinigungen des lokalen Mauerwerkes

Anrühren des Lehmputzes

Zeitgleich wurde der Lehmputz angerührt. Um eine gute Mischung zu ermitteln, wurden drei verschiedene Putzproben mit lokalem Lehm angefertigt. Dazu wurden Lehmputzmischungen, Kübel als Einheit, in folgenden Verhältnissen angefertigt:

Lehm	:	Sand	:	Stroh
1	:	1	:	
1	:	2	:	
1	:	0.5	:	0.5

Die Mischverhältnisse wurden jeweils in getrennten Mörtelwannen angerührt. Diese wurden beschriftet, um die Mischungen auch später noch auseinanderhalten zu können. Das Wasser wurde nach und nach vorsichtig zum Lehm dazu gegeben und mittels eines Rührwerks und Spaten durchgemischt. Diese Vorgänge wurden so oft wiederholt, bis eine kuhfladen-artige, breiige Konsistenz entstand. Beim Erreichen der richtigen Konsistenz wurde der gesiebte Sand vorsichtig beigemischt. Zwischendurch wurde die Konsistenz des Gemisches mit Wasser nachjustiert, bis das richtige Mischungsverhältnis und eine gute Konsistenz erreicht wurde. Idealerweise sollte die Mischung einen Tag oder über Nacht abgedeckt werden und zum Durchziehen stehen bleiben. Vor dem Weiterverarbeiten der Masse sollte diese noch einmal gründlichst durchgemischt werden.



Abb. 04: Anrühren des Lehmputzes

Aufbringen und Nachbearbeiten des Putzes

Die verschiedenen Mischungen wurden an Probeflächen von 70 x 70 cm angeworfen. Vor dem Auftragen des Putzes musste die vordefinierte Wand mittels Pinsel, Gießkanne oder Wasserschlauch gut genässt werden. Der fertig angerührte Putz wurde je nach Mischung mit einer Kelle oder per Hand, in handgerechter Menge, von unten anfangend an die Wand geworfen. Im Allgemeinen ist das Anwerfen per Hand leichter als mit

der Kelle. Die angeworfenen Lehmputz-Mischungen wurden von unten nach oben mit einer Abziehlatte (Kartätsche) abgezogen und geglättet. Die Lehm-Stroh-Putzmischung wurde nur mit der Hand verarbeitet und auch nur händisch angepresst und verrieben. Zum Schluss soll die Stärke des Putzes ca. 2 cm betragen. Nach ungefähr einer Stunde wird der Putz nochmals mit einer Holzkelte in kreisförmigen Bewegungen geglättet.

Mischung 1:1 Lehm:Sand

Das Anrühren der 1:1 Lehm:Sand Mischung war gut umzusetzen. Je mehr Sand beigemischt wurde, desto sperriger wurde das Verrühren mittels Rührwerk. Da die schwerere wassergetränkte Masse oftmals am Boden der Wanne kleben blieb, wurde der Rührvorgang des Rührwerkes behindert und verursachte oftmaliges Steckenbleiben der Maschine. Durch das Klebenbleiben des angerührten Gemisches am Wannenboden, musste während dem Rührvorgang ebenso per Hand durch Stiche mit einem Spaten nachgemischt werden. Dem Rühren musste kontinuierlich nachgeholfen werden, sonst würde folglich eine inhomogene Mischung entstehen. Außerdem musste zusätzliches Wasser

nachgeschüttet werden, um ein ungleichmäßiges Verkleben der bestehenden Lehm-Wasser-Mischung und des beigemischten Sandes bestmöglich verhindern zu können. Es gab mehrere Versuche, der bereits angerührten Lehm-Mischung Wasser beizumengen. Durch das Ausprobieren verschiedener Methoden der Wasserzufuhr, wie zum Beispiel mit einem Kübel, einem Pinsel sowie einer Gießkanne, sind wir zu dem Ergebnis gekommen, dass das beste Ergebnis mit einer Gießkanne und einem Brauseaufsatz erreicht wurde. Mit dem speziellen Brauseaufsatz der Gießkanne wurde das Wasser der Lehm-Mischung kontrollierter und gleichmäßiger hinzugefügt.

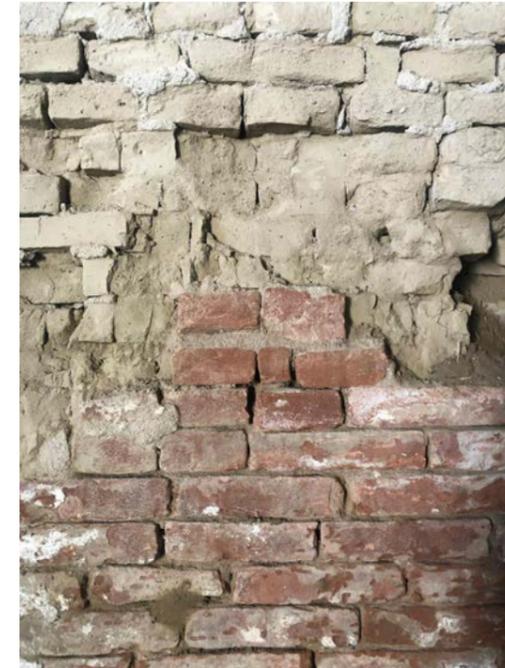


Abb. 05: Testfeld 1:1

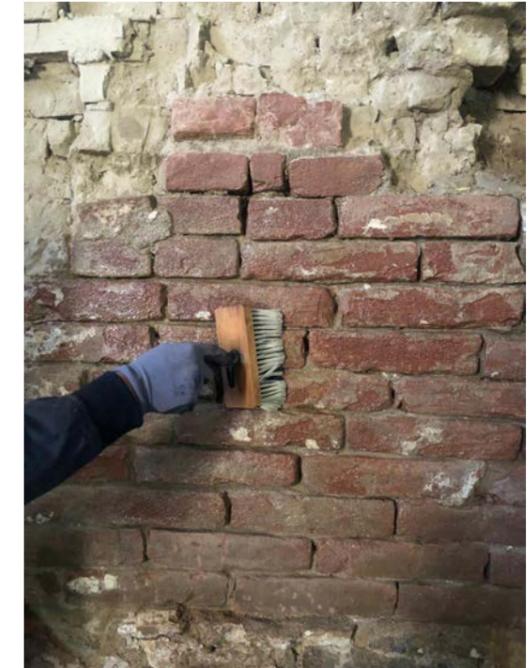


Abb. 06: Testfeld nassen



Abb. 07: Anwurf 1:1



Abb. 08: Lehmputz 1:1

Mischung 1:1 Lehm:Sand mit Oxydgelb Pigment

Da das erste Testfeld der 1:1 Lehm:Sand Mischung ausschließlich auf dem Mauerwerk aus gebrannten Ziegeln ausgeführt wurde, wurde ein zweiter Teststreifen auf der Wandfläche von dem Übergang von Lehmziegeln zu gebrannten Ziegeln umgesetzt.

Bevor der zweite Teststreifen Lehmputz angebracht wurde, haben wir der 1:1 Lehm:Sand Mischung das Pigment Oxydgelb beigemischt.



Abb. 09: 1:1 mit und ohne Pigment

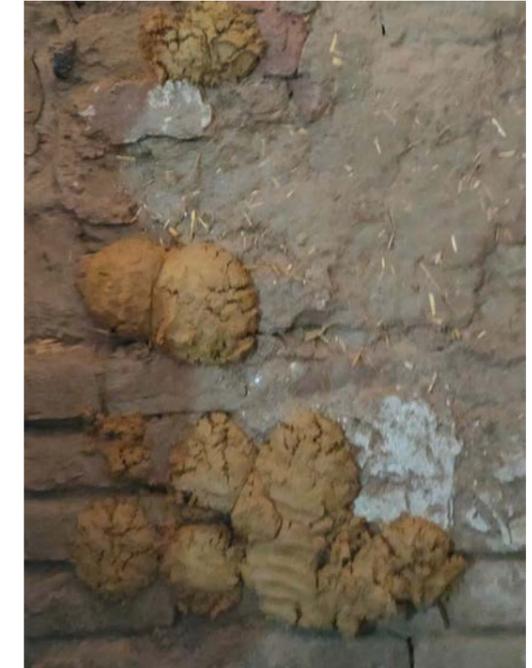


Abb. 10: Anwurf 1:1 mit Pigment



Abb. 11: Glätten des Anwurfes



Abb. 12: Lehmputz 1:1 mit Pigment

Mischung 1:2 Lehm:Sand

Das Anrühren der 1:2 Lehm:Sand Mischung war gefühlt kräfteaubender als das der vorhergehenden Mischung. Trotz aller Bemühungen blieb das Rührwerk oftmals in der klebrigen Masse stecken. Dies führte zu einer intensiveren händischen Durchmischung mit Hilfe der Spaten. Dies ließ uns beinahe an unsere Grenzen stoßen. Schlussendlich wirkte die Lehmputz-Mischung sehr mager. Mit dieser Erkenntnis beschlossen wir, die ursprünglich geplante 1:3 Lehm:Sand Mischung nicht anzurühren. Außerdem haben wir im Zuge des Ergebnisses der 1:2 Lehm:Sand Mischung die geplante 1:1:1 Lehm:Sand:Stroh Mischung zu der folglich angerührten 1:0.5:0.5 Lehm:Sand:Stroh Mischung modifiziert.

Das Anbringen der 1:2 Lehm:Sand Mischung war gegenüber der 1:1 Lehm:Sand Mischung überraschend passender. Die Mischung haftete besser, das Anbringen an das Mauerwerk erforderte nicht so einen immensen Aufwand und die Nachbearbeitungen wie das Abziehen, das Verreiben und das Glätten waren erfolgreicher. In Anbetracht dessen wäre die ausgesetzte Mischung des 1:3 Lehm:Sand Verhältnisses wünschenswert gewesen.



Abb. 13: Testfeld 1:2



Abb. 14: Anwurf 1:2



Abb. 15: Glätten 1:2



Abb. 16: Lehmputz 1:2

Mischung 1:0.5:0.5 Lehm:Sand:Stroh

Zuerst musste das Stroh mit Hilfe einer Schere auf ca. 3 cm Länge gekürzt werden. Infolgedessen war das Anrühren der 1:0.5:0.5 Lehm:Sand:Stroh Mischung durch den geringeren Sandgehalt und der allgemeinen geringeren Masse gut umzusetzen.

Direkt nach der Vermengung war die angefertigte Mischung zu trocken. Trotzdem wurde die Masse über Nacht beiseite gestellt, am nächsten Tag erneut begutachtet und wieder als zu trocken festgestellt. Dies wurde auf das beigemengte Stroh zurückgeführt. Deshalb wurden ca. 3 Spaten der ursprünglichen 1:1 Lehm:Sand Mischung und etwas an zusätzlichem Wasser beigemischt.

Das Anwerfen an die genässte Wand war okay, jedoch funktionierte es schlechter als das Anwerfen der vorhergehenden Mischungen.

Daraus entstand die Erkenntnis, dass wir die Wände erneut nassen mussten. Durch die erneute Zufuhr von etwas Wasser blieb die 1:0.5:0.5 Lehm:Sand:Stroh Mischung besser an der bestehenden Ziegelwand haften. Dennoch ließ sich die Mischung nur mit Anpressen durch Händedruck verfestigen, flächig glätten, sowie vollflächig verreiben.



Abb. 17: Nässen der Wand

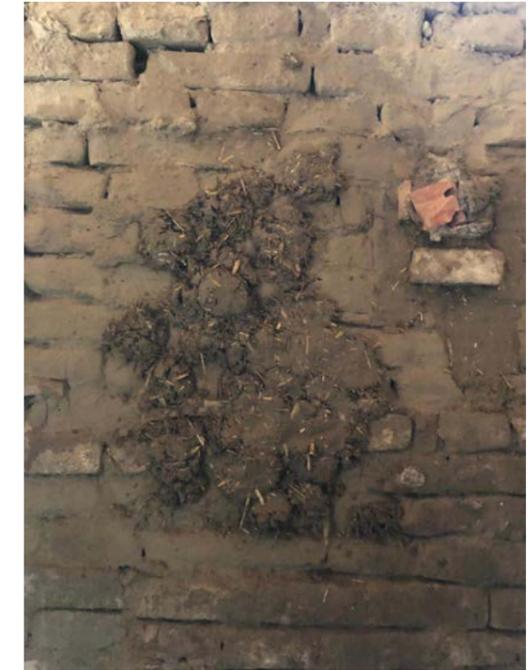


Abb. 18: Anwurf 1:0.5:0.5



Abb. 19: Anpressen durch Händedruck



Abb. 20: Lehmputz 1:0.5:0.5

Fazit der unterschiedlichen Mischungen

Die zweite Mischung der 1:2 Lehm:Sand Mischung erforderte massiven Körper-einsatz, wodurch sie von uns als aufwändigste Mischung deklariert wurde. Trotz der schwierigen Herstellung ließ sie sich am besten auftragen und nachbearbeiten.

Entgegen der ersten Einschätzung der mageren Konsistenz der 1:2 Lehm:Sand Mischung, erwies sie sich als ausreichend durchfeuchtete Mischung. Darum wäre eine zusätzliche Mischung des Verhältnisses von 1:3 Lehm:Sand oder nach Empfehlung von 1:2.5 Lehm:Sand anzudenken.

Beim Unterputz wäre ein Beimengen von Stroh ratsam, da das Stroh mögliche Risse verringern kann.

Außerdem ist der mindestens 2 cm starke Unterputz für den Ausgleich von Unebenheiten des Mauerwerkes notwendig. Für den Unter- oder auch sogenannten Grobputz wird gesiebter Sand verwendet, da der vorhandene Sand einen Schotteranteil mit einer Körnung bis zu 4 mm auswies.

Bei einer erneuten Anbringung eines Putzes muss die darunter liegende Putzschicht angeraut oder stellenweise ingeritzt werden. Ebenso muss der Grobputz vor dem Auftragen des Feinputzes aufgeraut werden.

Der Sand des Feinputzes ist erneut zu sieben und die fertige Mischung des Feinputzes wird in einer ca. 1 cm starken Schicht direkt auf den aufgerauten Grobputz aufgebracht.



Abb. 21: Fertige Mischung 1:1

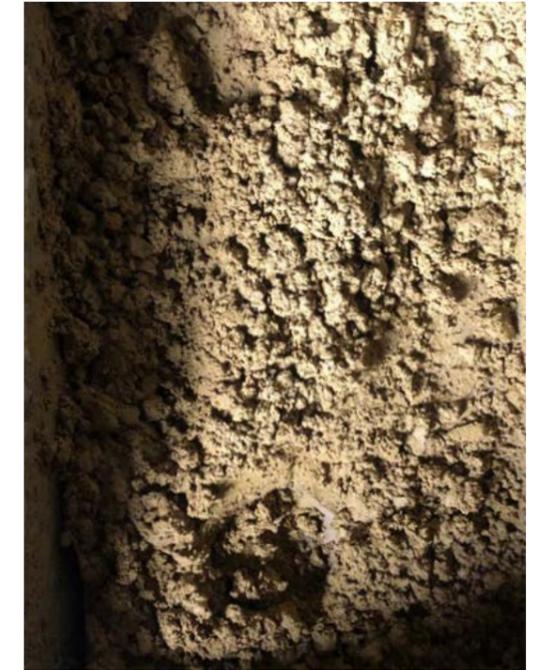


Abb. 22: Mischung 1:1 mit Oxydgelb



Abb. 23: Fertige Mischung 1:2



Abb. 24: Fertige Mischung 1:0.5:0.5

WELLERLEHM



Abb. 01: Wellerlehm

ARBEITSABLAUF

Beschreibung

Wellerlehm (Begriff: aus dem Niederdeutschen, bezeichnet eine Lehm – Stroh – Mischung)

„G’satzte Wand“ (österreichische Bezeichnung für Wellerlehm)

„Cob“ (englische Bezeichnung für Wellerlehm):

Lehmwellerbau ist eine historische Massivlehmbautechnik. Der Baustoff Wellerlehm besteht aus Ton, Sand, Kies und Schluff. Es wird ihm Stroh als Zuschlag beigemischt, wodurch er leichter als Stampflehm ist.

Eine (tragende) Wellerlehmwand wird ohne Schalung in ca. 60 - 80cm hohen Schichten (oder “Sätzen”), mit dazwischenliegenden Trocknungszeiten, bis zur vollen Bauwerkshöhe aufgeschichtet.

Die jeweiligen Sätze werden nach einer Trocknungszeit von ca. 3 Tagen mit einem Spaten glatt abgestochen, um eine ebene Wandoberfläche zu erhalten. Diese kann naturbelassen oder verputzt werden. Wellerlehmwände verfügen über ein gutes Schalldämm- und Wärmespeichervermögen.

Die Anwendung dieser Bautechnik beschränkt sich auf Außenwände eines Gebäudes, die etwa einen halben Meter dick sind.

Zielsetzung

Eine Ziegelschicht im Läuferverband der südlichen Innenwand des Presshauses ist herausgebrochen. Sie soll mit einer Wellerlehm-Mischung verschlossen werden.

Zunächst soll hierfür, unter Beachtung des Mischverhältnisses, eine geeignete Masse entstehen.

Material

Mischung Lehm (aus Kellerröhre) : Sand : Stroh (s. Abb. 2 – 4)
1 : 1 : ½

Werkzeuge
Plastikplane
Eimer
Gießkanne
Pinsel zur Befeuchtung
Cob-Stock

Lehm-Mischung

Lehm, Sand und Stroh werden, am besten auf einer Plastikplane, trocken gut durchgemischt und anschließend mit Wasser langsam befeuchtet, sodass eine plastische Masse entsteht (s. Abb. 5 - 6).

Diese Masse wird durch Ziehen an der Plane aufgehäuft, zugedeckt und durch Stampfen vermischt (s. Abb. 7 - 9). Diesen Vorgang wiederholt man solange, bis die Materialien und das Wasser zu einer homogenen Masse vermischt sind (s. Abb. 9 - 10).

Im Normalfall lässt man die Mischung vor der Verarbeitung einige Zeit "mauken").

Diese Masse soll verwendet werden, um das Loch in der Wand zu füllen.



Abb. 02: Lehm aus der Kellerröhre



Abb. 03: Sand



Abb. 04: Stroh



Abb. 05: Vermengen v Lehm, Sand + Stroh



Abb. 06: Anfeuchten mit Wasser



Abb. 07: Vermengen durch Stampfen



Abb. 08: Durchmengen der Mischung durch Anheben der Plane



Abb. 09: Verdichten der Mischung durch Stampfen



Abb. 10: Fertiger Wellerlehm

Einbringung

Zu Beginn muss die Ziegelwand gut vorgehäst werden (s. Abb. 11). Anschließend werden händisch Lehmbatzen geformt und diese in das Loch in der Ziegelwand eingebracht (s. Abb. 12). Dann wird die Masse mit dem sog. Cob-Stock oder der Faust durch Schläge verdichtet (s. Abb. 13) Dies wird wiederholt, bis die Öffnung ausgefüllt ist (s. Abb. 14).

Ergebnis

Die Masse wurde anfangs zu wenig, nach mehrmaligem nachgießen jedoch zu stark befeuchtet.

Da der Lehm sehr mager und die Masse somit nicht klebrig genug war, musste mehr Lehm hinzugegeben werden.

Obwohl augenscheinlich viel Lehm-Masse vorhanden war, wurde, durch starkes Verdichten, das Loch nur zu einem kleinen Teil gefüllt.



Abb. 11: Befeuchten des Loches

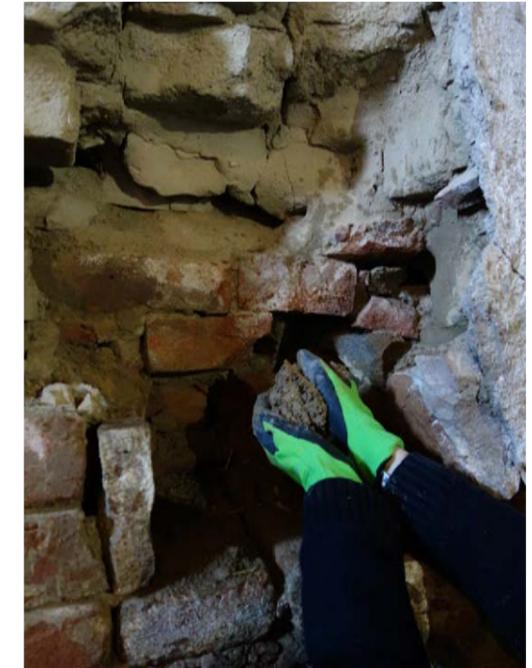


Abb. 12: Einbringen der Wellerlehm-Batzen



Abb. 13: Verdichten mit dem Cob



Abb. 14: Gefülltes Loch

AUFMAUERUNG VON GEBRANNTEN ZIEGELN MIT LEHMMÖRTEL



Abb. 01: Lehmörtel

ARBEITSABLAUF

Ausgangssituation

Im zu untersuchenden Presshaus in Hadersdorf am Kamp war das traditionelle "Stüberl" abgebrochen worden. Zum Aufmauern der dabei abgetragenen gebrannten Ziegel sollte nun ein geeigneter Lehmörtel angemischt werden. Die Ziegel sollten dann in einem beim Abbruch entstandenen Loch wieder verlegt werden.

Mischverhältnis

Ähnlich der Masse für die Lehmziegel wurde der Mörtel aus ca. 1 Teil Lehm und 2 Teilen Sand gemischt (ursprünglich wurde von 1:2 ½ ausgegangen, der Lehm stellte sich allerdings als magerer als gedacht heraus, weshalb das Verhältnis auf 1:2 reduziert wurde). Der Lehm wurde vor Ort aus der Kellerröhre geschaufelt, der Sand hatte eine Korngröße von 4-5 mm.



Anmischen

Gemischt wurde zuerst mit den Händen und einer Schaufel. Zum Lehm wurde nach und nach Sand und Wasser zugegeben, bis eine geeignete Konsistenz erreicht war. Zuletzt wurde dann mit dem Rührgerät noch einmal gut durchgemischt.

Aufbewahrung über Nacht und Aufbereitung am nächsten Tag

Da erst am nächsten Tag mit dem Mauern begonnen werden konnte, wurde der Behälter über Nacht mit einer Plastikfolie bedeckt. Wichtig war dabei, dass die Masse die Folie berührte, damit keine Luftschicht erzeugt wird, die den Lehmörtel austrocknen lassen würde.

Am nächsten Tag wurde noch einmal mit dem Rührgerät umgerührt, da sich über Nacht das Wasser etwas oben abgesetzt hatte.

Vorbereiten der Ziegel

Es sollten im Bestand vorhandene gebrannte Ziegel benutzt werden, die beim Abbruch des Stüberls abgetragen wurden. Vor dem Ausmauern mussten diese mit Hammer und Meißel bzw. mit einer Stahlbürste von Mörtelresten gesäubert werden.



Abb. 02: Durchmischen mit dem Rührgerät



Abb. 03: Zustand am nächsten Tag



Abb. 04-07: Vorbereiten der Ziegel



Abb. 08: Fertiger Ziegel

Vorbereiten der Mauer

Ausgemauert wurde ein ausgebrochenes Stück in der bestehenden Wand. Die oberste Schichte der noch vermauerten Ziegel war relativ eben und mit altem Lehmörtel bzw. ausgeschwemmten Lehm bedeckt, daher konnte direkt darauf gemauert werden. Wäre das nicht so gewesen, hätten auch diese Ziegel mit der Stahlbürste gereinigt und dann eine Ausgleichsschicht aus Lehm hergestellt werden müssen.

So wurde nur der bestehende Untergrund mit einer großen Bürste gut angeätzt.

Lagerfugen 1/2

Unter den Ziegeln wurde mittig eine Schicht Mörtel aufgebracht. Darauf wurde dann der zuvor in Wasser angefeuchtete Ziegel gelegt. Mit Druck wurde er dann darauf gepresst, so dass sich der Mörtel darunter gleichmäßig verteilte und sich eine Lagerfuge von knapp über 1 cm Dicke ergab. Dafür wurde bei Bedarf ein Gummihammer zum Einebnen verwendet.

Da die Bestandsmauer im Blockverband gemauert wurde, wurden auch die neuen Ziegel so verlegt. Zwischen den einzelnen Ziegeln wurden für die Setzfugen 1,5 cm Platz gelassen.



Abb. 09: Bestehende Wand

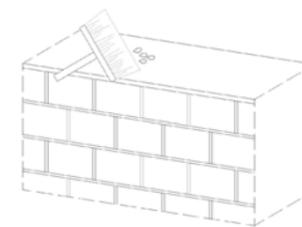


Abb. 10: Befeuchten

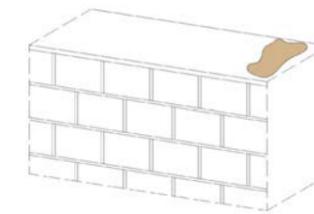


Abb. 11: Mörtel auftragen

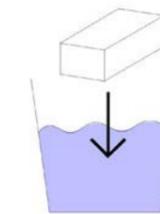


Abb. 12: Ziegel wässern

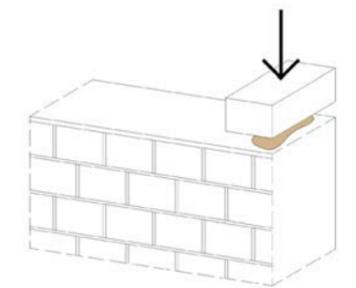


Abb. 13: Ziegel auflegen und Mörtel durch Druck verteilen



Abb. 14: Nässen des Untergrunds



Abb. 15-16: Wässern und Festdrücken der Ziegel

Lagerfugen 2/2

Der übergequollene Mörtel wurde mit einem Plastikschlauch abgezogen, um eine ebene Fuge zu erzeugen.

Stoßfugen

Sobald die Länge fertig gelegt war, wurde einem Teil der Mörtelmischung noch etwas Wasser beigemischt, um ihn flüssiger zu machen und damit das Füllen der Stoßfugen zu erleichtern.

Füllen von Hohlräumen mit Wellerlehm

Nicht alle Stellen im bestehenden Mauerwerk waren gleich tief. An den schmälere Stellen wurden abgebrochene, kürzere Ziegel verwendet und die Hohlräume nach dem Verlegen der Ziegel

mit Wellerlehm aufgefüllt. Dabei musste darauf geachtet werden, die Ziegel nicht nachträglich zu verschieben.

Résumé

Besonders wichtig war es, beim Verlegen immer wieder die ausreichende Feuchtigkeit der Ziegel und des Untergrunds zu beachten, auch der Wassergehalt und damit die Konsistenz des Mörtels waren für den Erfolg entscheidend.



Abb. 17-19: Bearbeitung Lagerfugen



Abb. 20-21: Mörtelmischung für Stoßfugen



Abb. 22: Wellerlehm für Hohlräume

LEHMZIEGEL



Abb. 01: Lehmziegel

ARBEITSABLAUF

Zielsetzung

Ziegelherstellung mit einer Mischung aus Sand, Lehm und Stroh, wobei die Ziegel weder zu flüssig, zu trocken noch zu fett werden sollten.

Eine homogene Masse soll erreicht werden, damit die Ziegel die notwendige Druckfestigkeit erreichen.

Mischverhältnis

Mischverhältnis für Lehmziegel:

1 Lehm ; 2 Sand, 1/4 Stroh

Beschreibung

1. Schritt Eine Plastikfolie auf den Boden auslegen und darauf Sand verstreuen, damit das Material nicht kleben bleibt.
2. Schritt Das Ziegelmodell befeuchten und mit Sand bestreuen (nach jedem Gang wiederholen), damit die Ziegel gut rausgleiten.
3. Schritt Den Lehm und das Wasser in einem großen Behälter mit einer Schaufel zusammenmischen. Währenddessen immer langsam etwas Sand dazu rühren, bis die Konsistenz mehr als bodenfeucht ist und eine homogene Masse erreicht wird. Zum Schluss die Masse noch etwas mit Stroh verühren. Falls die Konsistenz zu trocken ist, wird etwas mehr Wasser hinzugefügt und falls sie zu nass sein sollte, wird mehr Sand beigemischt.
4. Schritt Die drei Fächer des Ziegelmodells (das Maß beträgt 24 x 11,5 x 7,1) mit der Masse befüllen und gleichzeitig 3 Ziegel herstellen. Wichtig dabei ist, dass die Mischung mit Wucht in die Form eingeschlagen wird, um die Hohlräume und alle Ecken zu verdichten. Die überstehende Masse wird mit einer Kelle abgezogen und das Modell vorsichtig entfernt.
5. Schritt Ziegel trocknen lassen (mind. 2 Wochen).

Ergebnis

1. Versuch

Eine gut verdichtete und gemischte Masse wurde erreicht. Sie bleibt nach der Entfernung des Modells formstabil.

2. Versuch

Die Masse war etwas zu nass und die Ziegel veränderten nach Entfernung des Modells ihre Form. Es wurde mehr Sand und Lehm eingerührt, um das Ergebnis zu verbessern.



Abb. 02: Auslegen der Plastikfolie und Bestreuen mit Sand



Abb. 03: Befeuchten des Modells



Abb. 04: Besanden des Modells



Abb. 05: Vermengen von Lehm, Sand, Wasser und anschließend Stroh



Abb. 06: Wuchtiges Befüllen des Modells mit der Masse



Abb. 07: Ziegel trocknen lassen

3D LASERSCANNING



Abb. 01: Lukas Stampfer beim 3D Laserscanning

INPUT

Zielsetzung

Die fotogrammetrische Vermessung eines Presshauses in einer Kellergasse in Hadersdorf am Kamp..

Generell sollte im Vorhinein festgelegt werden, wofür die Vermessungen und Aufnahmen benötigt werden. Welche Auflösung wird benötigt? Kommen die Daten rein für die Erstellung von Plänen zur Anwendung oder z.B. auch für Renderings bzw. Fassadendarstellungen? Dementsprechend kann davor über die benötigte Genauigkeit beraten werden.

Material

- Laserscanner
- Drohne
- Vermessungs-GPS-Gerät
- Target-Punkte
- Auswertungscomputer (Laptop)
- Handkamera (optional)

Ergebnis

Fotogrammetrische Daten wie

- Pointcloud (Punkte im Koordinatensystem mit definiertem RGB-Wert)
- Mesh-Modell
- Fotos
- Verortung/GPS

Beschreibung

Für die 3D-Vermessung gibt es verschiedene Methoden. Der Einsatz des Laserscanners eignet sich u.a. gut für dunkle Räume und ist somit für die Vermessung des Presshauses inkl. Kellerröhre bestens geeignet. Mithilfe einer Drohne kann zusammen mit den aufgenommenen Laserscans ein fotogrammetrisches 3D-Modell generiert werden. Durch die Anwendung der Fotogrammetrie, die Überlappung der Fotos (60%), können Lage und Form des Objektes vermessen werden. Generell eignen sich statische Objekte besser zum Überlappen als bewegliche. Mit sogenannten „Targets“ (bekannte Punkte) können die einzelnen Aufnahmen kombiniert werden. Durch die Verbindung gleicher Punkte, welche mit GPS und Kameraposition ermittelt werden, kann ein Mesh-Modell erstellt werden. Beim Laserscanner handelt es sich um einen für das menschliche Auge unempfindlichen, unsichtbaren Laserstrahl. Der Scanner selbst ist auf einem Stativ befestigt und wiegt knappe 10 kg. Das verwendete Modell kostet um die 60.000 €. Während der Vermessung dreht sich der Scanner einmal horizontal 180°, bei Bedarf auch über Kopf. Nur den kleinen Bereich unterhalb des Scanners kann er nicht aufnehmen. Für unsichtbare Punkte ist es ratsam, einen Raum aus mehreren Positionen zu vermessen. Die Scans

benötigen mit dem benutzten Gerät in etwa 3-4 Minuten. Der Laserscanner schafft eine Auflösung von 6,3 cm Punktdistanz bei einer Objektentfernung von 10 m. Punkte, die weiter entfernt sind oder in einem sehr flachen Winkel zum Vermessungsgerät stehen, können nur in geringerer Auflösung ermittelt werden. Mehrfachmessungen verbessern die Genauigkeit. 1 cm absolute Genauigkeit ist möglich.

Das Vermessungs-GPS-Gerät dient zur Einmessung verschiedener Punkte. Dieses funktioniert am besten im Freien. In der Kellerröhre hat das Gerät kein Signal, ähnlich wie beim Handy. Die Drohne verfügt auch über GPS. Das GPS-Gerät arbeitet mit 1,5 cm Genauigkeit. Mit Fotos einer Kamera kann die Datenaufnahme ebenfalls bereichert werden. Durch die Überlagerung der verschiedenen Vermessungsmethoden kann ein genaueres Ergebnis erzielt werden, wobei bis zu einer Genauigkeit von ein paar Millimetern hingearbeitet werden kann.

Ergebnis

Fotogrammetrische Daten wie

Pointcloud (Punkte im Koordinatensystem mit definiertem RGB-Wert)

Mesh-Modell

Fotos

Verortung/GPS



Abb. 02: Target Punkt

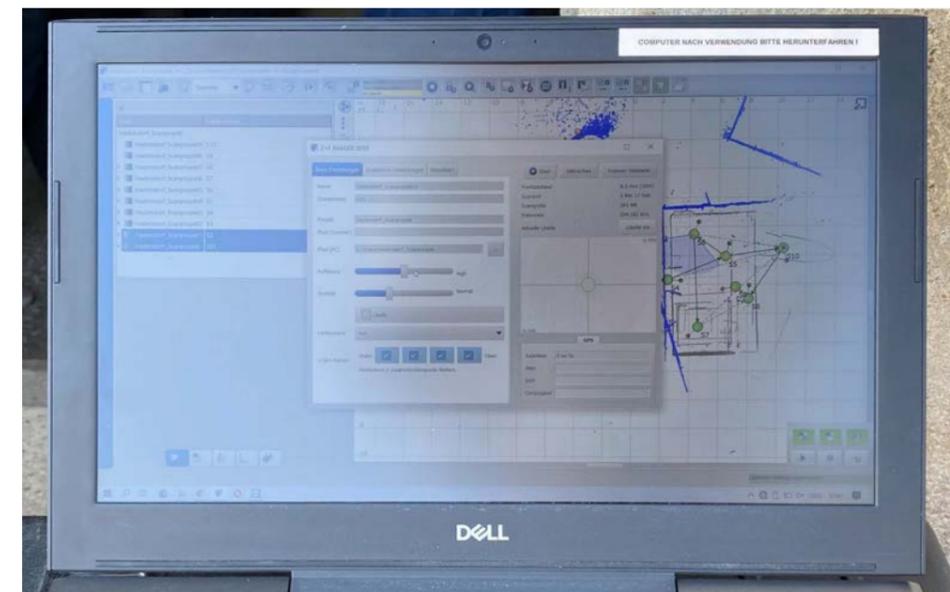


Abb. 03: Auswertegerät (Laptop)

3D DROHNENVERMESSUNG



Abb. 01: Die Drohne im Flug

INPUT

Zielsetzung

In der Kellergasse in Hadersdorf am Kamp wurde mithilfe von Photogrammetrie und einer vom Laser erstellten Point Cloud eine 3D-Vorlage für die Konzepterstellung und Umnutzung des Bestandes eines Presshauses in der Kellergasse in Hadersdorf, erstellt. Dazu wurde das Gebiet und das Presshaus mit einer Drohne fotografisch aufgenommen, vermessen und in einem Programm zu einem 3D Modell zusammengefügt.

Vorbereitungen

Als Vorbereitung für den Drohnenflug ist zunächst ein Equipment Check notwendig. Die Grundlagen dafür sind eine Drohne mit SD-Karte, mehrere geladene Akkus für den Flug, ein Smartphone und eine aktuelle Version der App „Drone-

deploy“. Für den Flug wird anschließend das zu analysierende Gebiet per GPS eingegrenzt und mithilfe der Karte in der App eine Flugroute bestimmt. Eine spezielle Flugerlaubnis oder Genehmigung war in unserem Fluggebiet nicht nötig.

Beschreibung

Vor Ort wird als erstes das Gebiet abgegangen, um mögliche Hindernisse wie Strommasten, Bäume, etc. einzuschätzen und daraus die Höhe des Drohnenfluges zu bestimmen. Danach wird ein manueller Testflug gestartet. Auf Grundlage dessen wurde der Drohnenflug bei uns auf einer Flughöhe von 30 Metern durchgeführt. Diese Höhe kann in Anbetracht des nahe gelegenen Flugplatzes als unproblematisch angenommen werden.

Basierend auf dem gewünschten Endergebnis und den Gegebenheiten wird der Winkel der Kamera eingestellt. Hierbei gilt, je flacher der Winkel desto präziser werden die Gebäudevolumen aufgenommen. Steilere Winkel hingegen eignen sich besser für Geländeaufnahmen. Für unsere Aufnahmen der Kellergasse, beziehungsweise des Presshauses, war ein 60 Grad Winkel für den Flug optimal geeignet, zusätzlich wurden Fassadenfotos als Ergänzung aufgenommen. Die Flugroute verläuft in einem orthogonalen Raster, bei dem die Drohne zuerst alle Längswege und anschließend alle Querwege abfliegt. Die Dichte des Rasters ist abhängig von der Flughöhe und dem Detailierungsgrad des Endresultats. Ist das Raster bzw. die Route sowie der Kamerawinkel eingestellt, kann der Drohnenflug beginnen. Voll automatisiert wird die Drohne mit einem Knopfdruck

am Smartphone gestartet. Die App zeigt die Flugroute, sowie aktuelle Aufnahmen und wichtige Informationen wie Akkulaufzeit, Dauer des Fluges, Geschwindigkeit, etc. an. Sollte die Akkuladung nicht für den gesamten Flug ausreichen, kommt die Drohne von allein bei 20% Restleistung zum Startpunkt zurück und der Akku wird gewechselt. Nach Austausch des leeren Akkus, kann die Route ohne Probleme wieder aufgenommen werden und die Drohne führt selbstständig den Flug zu Ende. Bei unseren Aufnahmen waren für eine Fläche von zwei Hektar und einer Flugzeit von ca. 45 Minuten, zwei volle Akkuladungen nötig.

Die Drohne schießt alle drei Sekunden ein Standbild, beim Hinflug wie auch beim Rückflug der einzelnen Rasterlinien, um die Gebäude von allen Seiten zu erfassen. In unserem Fall benötigte es 960 Fotos, um das zwei Hektar große Gebiet festzuhalten. Für die genauere Modellierung des Presshauses wurden 82 Fotos verarbeitet. Für eine präzisere Fassadenabbildung werden dem Programm noch zusätzliche Fotos aus manuellen Drohnenfotos und Kamerafotos von der Fassade beigelegt. Diese Fotos werden anschließend in ‚Agisoft Metashape‘, ein Programm zur Verarbeitung der Einzelaufnahmen, zusammengeführt und es entsteht eine Point Cloud aus den Fotos.

Ergebnis

Neben der Photogrammetrie für den Außenraum, wird das Presshaus auch mit einem Laser von innen und außen vermessen. Diese beiden Quellen werden anschließend in ein Programm eingespeist, und es entsteht unser gewünschtes Endresultat, das 3D Modell.



Abb. 02+ 03: Steuerung per Smartphone

Abb. 04: Photographisches Festhalten der Lehmziegel im Mischtest



Abb. 05: Flugaufnahme der Drohne