

Lehm

Material der Vergangenheit -
Material der Zukunft

Bauhaus Universität Weimar

Fakultät Architektur und Urbanistik
Wissenschaftlicher Essay zum Seminar „Material der Zukunft“
2021

Paula Heucke

Inhaltsverzeichnis

Lehmbau	3
<i>Lehmbau in der Geschichte</i>	3
<i>Lehm als Baustoff</i>	4
Zusammensetzung.....	4
Eigenschaften	5
<i>Lehmbauarten</i>	7
Stampflehmbau	7
Wellerlehmbau	7
Leichtlehmbau	7
Lehmbausteine	8
Literaturverzeichnis	9

Lehmbau

Lehmbau in der Geschichte

Lehm ist wie Holz eines der ältesten Baumaterialien, die dem Menschen bekannt sind. Daher ist seine Geschichte auch eng mit der Entwicklung der Menschheit verbunden. Noch bevor sich Menschen niederließen, verwendeten Jäger und Sammler einfache Schutzstrukturen aus Stangen und verputzten sie mit Ton. Als vor zehntausend Jahren die erste Siedlung gebaut wurde, war Lehm eines der ersten verwendeten Baumaterialien. Noch heute lebt mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung in Lehmbauten. ¹Besonders in trocken-heißen Klimazonen lassen sich immer noch Lehmbauten finden. Einerseits sind Materialien wie Holz und Stein oft Mangelware, andererseits hält die hohe Masse der Lehmbauten die Räume angenehm kühl. Lehm ist ein Baumaterial, das im Gegensatz zu anderen Baustoffen leicht verfügbar und zum Selbstbau geeignet ist. Darüber hinaus kann es künstlerisch gestaltet werden, ist einfach zu modellieren und zu bemalen.

Im Nahen und Mittleren Osten können Lehmbauten mehr als 10 000 Jahre zurückverfolgt werden, wobei Reste von Siedlungen aus Lehmziegel bis heute erhalten sind. ² Viele Siedlungen der Wüste bieten ein architektonisches Bild größter Fertigkeit und zeugen von einer sehr hoch entwickelten Baukunst.

In vielen Teilen Afrikas hat die Lehmalkultur ebenfalls eine lange Geschichte und bestimmt noch heute größtenteils das Bild der Städte und Dörfer. In tropischen Regionen hat der seit Urzeiten anhaltende intensive Kontakt zum Boden das Wissen um dessen Gebrauch nicht nur beim Ackerbau, sondern auch beim Hausbau gefördert. Überall dort, wo Holz und Naturstein nicht vorhanden sind, wird auch heute noch ein großer Teil der Häuser aus ungebrannten oder aus leicht gebrannten Lehmziegeln errichtet. Viele dieser Behausungen sind keine technisch aufwendigen Bauten, aber manche der traditionellen Lehmbauten zeigen einen hohen Grad technischer Fertigkeit.

In vielen europäischen und außereuropäischen Ländern, z.B. in Russland (Wohnhäuser um 8000 v. Chr.³), in China (Teile der chinesische Mauer um 2000 v.Chr.⁴) oder in Mexiko (Sonnenpyramide um 300 n.Chr. ⁵), hat der Lehmalk eine lange Tradition.

In Deutschland ist die Lehmarchitektur jedoch relativ jung. Aufgrund des gemäßigten Klimas, mit kalten Wintern und teils starken Regenfällen, mussten hier andere Anforderungen erfüllt werden. Holz war in vielen Regionen eine reichlich vorhandene Ressource und daher das gängigste Baumaterial. Die Verbindung von Holz als tragendem Baustoff und Strohlehm als Ausfachungsmaterial fand weite Verbreitung. Eine der bekanntesten Regionen mit

¹ Dethier, J.: *Lehmarchitektur.*, München, 1982.

² Vgl. <http://netzwerkehm.at/lehm/geschichte/>

³ Minke, Gernot: *Lehmalk-Handbuch.* Staufeu bei Freiburg, 4. Auflage, 1999.

⁴ Vgl. <https://www.chinesischemauer.net/entstehung-der-chinesischen-mauer>

⁵ Hopp, Vollrath: *Schlussbemerkung – Wasser und die Entwicklung von Hochkulturen*, 2. Auflage, 2016

Lehmbauten aus dieser Zeit ist Weilburg an der Lahn⁶. Hier stehen heute die meisten noch bewohnten Lehmhäuser Deutschlands. Begünstigt durch Holzangel und die Initiative einiger Anwohner entstanden dort einige Pisè-Gebäude, auch Stampflehmhaus genannt. Die Verbreitung blieb jedoch auf einige wenige Orte beschränkt; man bevorzugte in Deutschland immer das Bauen mit anderen Rohstoffen.

Nach dem ersten Weltkrieg wurde Lehm als Baumaterial jedoch richtig populär. In den Jahren 1919 bis 1922 entstanden in Deutschland mehrere tausend Lehmhäuser. Aber erst nach dem zweiten Weltkrieg, angesichts des Mangels an Geld und Baumaterial und wegen der Kriegsschäden und der vielen Flüchtlinge, wurde wieder auf Lehm als Baustoff zurückgegriffen. Jedoch hatte der Lehm mit einem schlechten Image zu kämpfen; ein Lehmhaus galt als Notlösung, Lehm als „armes“ Baumaterial.

Seit Beginn der achtziger Jahre änderte sich dies jedoch schlagartig. Lehm zählte nun als ökologisch hochwertig und seine Eigenschaften vorteilhaft für Natur und Menschen.

Das Verständnis über den Gebrauch von Lehm als Baustoff existiert bereits so lange wie bei keinem anderen Baustoff, aber gleichzeitig ist das moderne Bauen mit Lehm ein neues Gebiet, auf dem altes Wissen zum Teil wieder entdeckt und in Kombination mit modernen Materialien erst einmal angesammelt werden muss.

Lehm als Baustoff

Zusammensetzung

Lehm ist ein natürliches Gesteinsderivat, das sich als Witterungsprodukt überall dort absetzt, wo chemische oder physikalische Witterungsprozesse stattgefunden haben.

Die Verbindung aus Ton, Schluff (feinster Sand) und Sand, sowie Kies oder Steinen entsteht durch Verwitterung aus Fest- und Lockergesteinen oder durch Ablagerungen. ⁷Daraus ergibt sich keine festgesetzte Zusammensetzung des Lehms, sondern der Baustoff variiert regional.

Sand ist größte vorhandene Mineralkörnung im Lehm. Die Sandkörner dienen als Füllstoff und helfen, die Oberflächenspannung des Lehms aufzubauen. Die Größe und Form der Sandkörner variiert, woraus sich verschiedene qualitative Merkmale abbilden. Je gleichmäßiger die Größe der Sandkörner, desto stabiler und leichter ist der Lehm als Baustoff zu verbauen. Sand mit vielen unregelmäßigen, spitzen Körnern kann sich mit Hilfe des Tons besser ineinander verhaken als mit gleichmäßigen runden Körnern.

Der Ton, genauer gesagt die Tonminerale, umschließen die Sandkugeln und kleben diese zusammen. Die Stärke dieser Verbindung wird als Bindekraft bezeichnet.

Nach ihrer Bindekraft werden Baulehme als „mager“ oder „fett“ bezeichnet. ⁸Je nach dem welches der drei Bestandteile im Lehm vorwiegt, spricht man von einem tonigen, schluffigen oder sandigen Lehm.

⁶ Striedter, Karl H.: *Lehmarchitektur in Weilburg an der Lahn, aus: Lehmarchitektur - die Zukunft einer vergessenen Bautradition.*

⁷ Dethier, J.: *Lehmbaukultur. Von den Anfängen bis heute.*

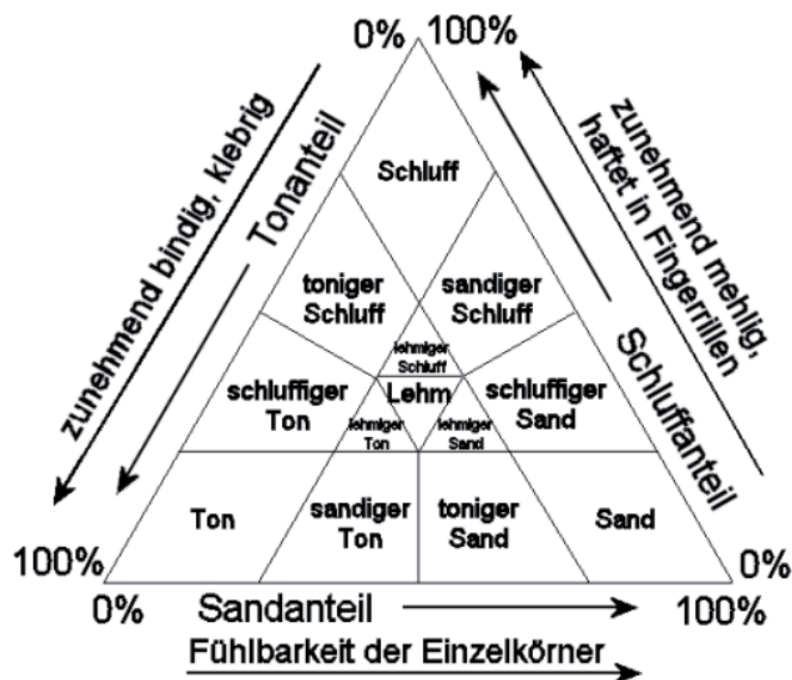
⁸ Dachverband Lehm e.V.: *Lehmbau Regeln. Dachverband Lehm e.V., Braunschweig / Wiesbaden, 1999.*

Die engmaschige Zusammensetzung dieses Mineralen verschafft Platz für die Speicherung von Feuchtigkeit. Weiterhin enthält der Ton natürliche Begleitminerale, die ihm seine charakteristischen Eigenschaften verleihen. Er kann sich unterscheiden in Geschmeidigkeit, Trocknungsverlauf, Wasserspeicherung und Farbton.

Als Schluff bezeichnet man Mineralkörnungen, welche kleiner als Sand und größer als Ton sind. Der Schluff setzt sich in die Zwischenräume und füllt diese zum Teil aus. Der restliche Hohlraum dient der Wasserspeicherung.

Ein wesentlicher Bestandteil im Lehm ist zudem Wasser, das vom Lehm gebunden wird. Die Art und Menge des Wassers im Lehm bestimmen erheblich seine Eigenschaften.

Die Bestandteile sind rein mineralisch. Starkverdichteter Lehm kann steinartig vorliegen und wird als Mergel bezeichnet. In dieser Form eignet er sich besonders gut als Konglomerat für Stampflehm. Die Farbe des Lehms ergibt sich durch eingeschlossene Pigmente; so färbt Eisen den Lehm rötlich, Mangan üblicherweise Braun bis Violett.



<https://lehm-in-farbe.de/was-ist-lehm/>

Eigenschaften

Lehm als Baustoff hat viele Eigenschaften. Ein überwiegender Teil dieser Eigenschaften sind positiv zu bewerten: Er ist umweltfreundlich, natürlich und ökologisch. Für eine genaue Betrachtung der Eigenschaften des Baustoffs ist es jedoch notwendig, auch die nachteiligen Seiten zu beleuchten.

Lehm nimmt Feuchtigkeit auf. Er wirkt somit feuchteregulierend und kann sehr schnell überschüssige Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und bei Bedarf wieder abgeben, sodass ein optimales Raumklima entsteht. Dies geschieht auf zwei unterschiedliche Arten: Einerseits durch die Oberflächenbeschaffenheit, die durch mikroskopische Unebenheiten und Risse

eine sehr große Oberfläche aufweist. Andererseits durch die Absorption- und Abgabegeschwindigkeit gegenüber Dampfüberdruck.

Aus seiner bequemen Verarbeitung mit Wasser ergibt sich nicht nur der größte Vorteil von Lehm, die vielfältige und plastische Bearbeitung, sondern auch sein größter Nachteil: Lehm bekommt beim Austrocknen Schwundrisse und ist sehr feuchtempfindlich, daher muss er gut geschützt werden. Im Spritzwasserbereich ist Lehm nicht anwendbar, aufgrund seiner wasseraufnehmenden Eigenschaft. Maßnahmen, die eine Sperrschicht gegen Bodenfeuchte, Dachüberstände, Verkleidungen, Putze oder Anstriche einschließen, sind daher notwendig, um eine Lehmwand vor der Witterung zu schützen. Geschieht dies nicht, zeigt sich die hohe Wasserlöslichkeit von Lehm. Diese wiederum hat den Vorteil, dass Lehm ein sehr naturnahes und umweltfreundliches Material ist.

Lehm erhält seine Festigkeit allein durch das Abtrocknen, also einem rein physikalischen Prozess. Auch wenn beim Trocknen des Lehms die Wasserlöslichkeit nicht verringert wird, verändert sich die Plastizität. Die Zunahme der Kohäsionskräfte bewirken eine starke Druck- und Biegezugfestigkeit, der Lehm ist plastisch nicht mehr formbar.

Zudem bindet Lehm Gerüche, ist schadstofffrei und aufgrund seines neutralen pH-Wertes hautfreundlich, sodass er keine Allergien verursacht.

Wichtig für die Wahl des Baustoffes ist der k-Wert, der Wärmedurchgangskoeffizient. Dieser gibt die wärmedämmende Fähigkeit des jeweiligen Materials wieder. Der k-Wert ist abhängig von der Wärmeleitfähigkeit, von der Dicke und der Feuchtigkeit des Baumaterials.⁹

Der Wärmedurchgangskoeffizient schwankt je nachdem wie der Lehm aufbereitet wurde, jedoch ist der Wert zu herkömmlichen Baustoffen sehr gering. Dies verspricht ein gutes Wärmespeichungsvermögen; Wohnungen, die zum Beispiel mit Lehm verputzt wurden, sind im Winter warm und im Sommer angenehm kühl.

Zudem ist Lehm ein schalldämmender Baustoff und lädt sich nicht elektrisch auf, wodurch einer Staubverwirbelung im Raum entgegengewirkt wird. Ebenfalls hat er konservierende Eigenschaften. Holz- und Fachwerkwände werden vom Lehm geschützt, da er die Feuchtigkeit vom Holz aufnimmt und es somit trocken hält.

Aufgrund seiner rein mineralischen Zusammensetzung ist Lehm nicht brennbar biologisch abbaubar und damit umweltfreundlich. Im trockenen Zustand ist der Baustoff unbegrenzt haltbar oder lässt sich nach dem Durchtrocknen durch Wasserzugabe neu formen, ist somit jederzeit wiederverwendbar.¹⁰

Lehmbaustoffe gelten als ökologisch besonders wertvoll. In den meisten Teilen der Welt kann Lehm regional und naturverträglich gewonnen werden oder fällt beim Kelleraushub sogar als Abfall an. Die Aufarbeitung zu einem hochwertigen Öko-Baustoff ist mit geringem Energieaufwand erreichbar. Er braucht nur etwa 1% der Energie, die für die Herstellung von Mauerziegeln oder Stahlbeton notwendig ist.¹¹ Somit trägt die Gewinnung wie auch die Entsorgung des Baustoffes kaum zur Umweltbelastung bei und schont andere Ressourcen.

⁹ Minke, Gernot: *Lehmbau-Handbuch. Staufeu bei Freiburg*, 4. Auflage, 1999, Seite 3.

¹⁰ Vgl. <https://lehm-in-farbe.de/baustoff-lehm-eigenschaften/>

¹¹ Minke, Gernot: *Lehmbau-Handbuch. Staufeu bei Freiburg*, 4. Auflage, 1999, Seite 19.

Lehmbauarten

Lehmbaustoffe sind ungeformte oder geformte Baustoffe aus Lehm mit oder ohne Zuschläge. Lehmbaustoffe sind dadurch gekennzeichnet, dass sie durch das Austrocknen fest und jederzeit durch Feuchtigkeitsaufnahme wieder weich wird.¹² Für die unterschiedlich aufbereiteten Lehme gibt es auch unterschiedliche Bauarten. Auf eine Auswahl dieser wird im Folgenden näher eingegangen.

Stampflehmbau

Stampflehm ist feinkrümelig und erdfeucht aufbereiteter Lehmbaustoff, der nach Verdichtung und Austrocknung eine Rohdichten zwischen 1700 und 2200 kg/m³ erreicht. Er ist damit der "schwerste" aber auch langlebigste Lehmbaustoff.

Mit Hilfe einer Schalung wird Lehm gestampft, so dass bei Abnahme der Schalung eine massive Lehmwand zum Vorschein kommt. Der Lehm wird erdfeucht verwendet und sollte mager sein, um Schwundrisse zu vermeiden, aber auch zu sandiger oder poröser Lehm ist ungeeignet.¹³

Stampflehm gilt als eine der beständigsten Massivbauweisen im Lehm- und kann deshalb zu tragenden Lehmteilen verarbeitet werden, aber wegen des zu geringen Isolationswertes sollte diese Bauweise in unseren Breiten nicht als einziges Element einer Außenwand dienen.¹⁴

Wellerlehmbau

Wellerlehm wird nicht schalungsgebunden verarbeitet, sondern mit der Gabel zu Schichten, von ca. 80 cm Höhe, bis zum Erreichen der vollen Bauwerkshöhe aufgesetzt. Zwischen den einzelnen Lagen sind Trockenzeiten erforderlich.

Vom Stampflehm unterscheidet er sich durch den Zuschlag von Stroh, wodurch der Wellerlehm mit einem Rohdichtebereich von 1500 bis 1800 kg/m³ auch "leichter" ist. Er wurde ebenfalls zu tragenden Wandkonstruktionen verarbeitet.¹⁵

Heutzutage wird diese Bauart jedoch hauptsächlich zur Instandsetzung bestehender Gebäude angewendet.

Leichtlehmbau

Wie der Name bereits anklingen lässt, handelt es sich bei Leichtlehm um einen „leichteren“ Baustoff. Die Mischung aus Lehm und leichten Zuschlagstoffen setzt das spezifische Gewicht des Lehms herab und verbessert seine Wärmedämmeigenschaften. Als organische Zuschlagstoffe eignen sich vor allem Stroh oder Holzhackschnitte, als mineralische Zuschläge thermisch geblähte Materialien wie Blähschotter oder Blähschiefer.

Leichtlehm hat auch wärmespeichernde und schallschützende Eigenschaften und sorgt so für eine ausgeglichene und angenehme Wohnatmosphäre.

¹² Dachverband Lehm e.V.: *Lehmbau Regeln*. Dachverband Lehm e.V., Braunschweig /Wiesbaden, 1999, Seite 17

¹³ Dachverband Lehm e.V.: *Lehmbau Regeln*. Dachverband Lehm e.V., Braunschweig /Wiesbaden, 1999, Seite 21

¹⁴ Breidenbach, Peter: *Leichtlehmwände*. Claytec Arbeitsblatt 1.3. Viersen, 2000.

¹⁵ Vgl. <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/lehmbaustoffe>

Durch den hohen Anteil von Leichtzuschlägen sind die erreichbaren Druckfestigkeiten entsprechend niedrig, sodass ein Tragskelett immer die tragende Funktion übernehmen muss und die Lehmbauart nur in Kombination mit einer Ständerkonstruktion angewendet werden kann.

Lehmbausteine

Lehmbausteine sind ungebrannte aus Lehm geformte Ziegel, die an der Luft getrocknet werden können und in der üblichen Mauerwerkstechnik errichtet werden. Die Bausteine werden nach ihren Herstellungsverfahren und den kulturellen Ursprüngen unterschiedlich benannt. Grünlinge, also die ungebrannten Ziegel, Lehmsteine und Leichtlehmsteine werden mit geringem Energieaufwand hergestellt und sind für Innenwände hervorragend geeignet. Für Außenwände ist der Lehmsteinbau ungeeignet, da solche Wände neben ihrem eigenen Gewicht kaum zusätzliche Lasten aufnehmen können.

Lehmsteinwände verbessern das Wohnraumklima erheblich. Sie können große Mengen Luftfeuchte absorbieren und geben sie zeitversetzt wieder an die trockene Raumluft ab.¹⁶

Außerdem verhindern Lehmwände eine schnelle Erwärmung der Wohnräume im Sommer bzw. am Tage und eine zu rasche Auskühlung im Winter bzw. in der Nacht.

Lehmsteine können gut und günstig auf eigenem Baugrund hergestellt werden. Sie bieten also eine optimale Nutzung der eigenen Ressourcen und eine sehr nachhaltige Bauweise.

¹⁶ Breidenbach, Peter: *Lehmsteinwände*. Claytec Arbeitsblatt 1.2. Viersen, 2000, Seite 1

Literaturverzeichnis

Baustoff Lehm Eigenschaften (o.D.) Lehm in Farbe.

<https://lehm-in-farbe.de/baustoff-lehm-eigenschaften/>

Breidenbach, Peter: *Leichtlehmwände*. Claytec Arbeitsblatt 1.3. Viersen, 2000.

Dachverband Lehm e.V.: *Lehmbau Regeln*. Dachverband Lehm e.V., Braunschweig / Wiesbaden, 1999.

Dethier, J.: *Lehmarchitektur.*, München, 1982.

Entstehung der chinesischen Mauer -die Zeit der Streitenden Reiche. (o.D.) Die chinesische Mauer.

<https://www.chinesischemauer.net/entstehung-der-chinesischen-mauer>

Geschichte des Lehmbaus. (o.D.) Netzwerk Lehm.

<http://netzwerklehm.at/lehm/geschichte/>

Hopp, Vollrath: *Schlussbemerkung – Wasser und die Entwicklung von Hochkulturen*, 2. Auflage, 2016.

Lehmbaumstoffe. (o.D.) Dachverband Lehm e.V.

<https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/lehmbaumstoffe>

Minke, Gernot: *Lehmbau-Handbuch*. Staufen bei Freiburg, 4. Auflage, 1999.

Striedter, Karl H.: *Lehmarchitektur in Weilburg an der Lahn, aus: Lehmarchitektur - die Zukunft einer vergessenen Bautradition*. München, 1982.

Was ist Lehm? - Bestandteile des Lehms (26.07.2017) Lehm in Farbe.

<https://lehm-in-farbe.de/was-ist-lehm/>