

Studienarbeit Wissenschaftliche Arbeitsmethodik



Thema: Renaissance des Baustoffes Lehm in Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Detlef Kurth
Thomas Draht MA1 ss08
HFT Stuttgart

Inhalt

1 Einführung	3
1.1 Ziel und Fragestellung.....	3
1.2 Methodik.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	3
2 Geschichte des Lehmbaus	4
2.1 Historischer Lehmbau.....	4
2.2 Geschichte des Lehmbaus in Deutschland.....	5
3 Eigenschaften des Baustoffes.....	6
3.1 Gesundheit und Wohlbefinden.....	6
3.2 Vorteile des Baustoffes.....	6
3.3 Nachteile des Baustoffes.....	6
4 Betrachtung unter ökologischen- und ökonomischen Gesichtspunkt.....	7
4.1 Energieverbrauch.....	7
4.2 Recycling und Schadstoffe.....	7
4.3 Baukosten mit Lehm.....	8
5 Einsatzgebiete des Baustoffes.....	8
6 Schlussfolgerung	9

Quellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1 Einführung

1.1 Ziel und Fragestellung

In unserer Bevölkerung ist seit langen ein Umdenken erkennbar, welches einen Wechsel weg vom Künstlichen hin zur Ökologie verzeichnet. Sei es bei Lebensmitteln oder in Fragen der Energie. Ökologie und Nachhaltigkeit liegen voll im Trend. Immer mehr dreht sich um die Frage der Gesundheit und der Umwelt. Dieser Verlauf ist ebenfalls im Bauwesen zu erkennen, sei es durch die Technik wie z.B. Wärmegewinnung durch die Sonne, oder durch den Einsatz natürlicher Baumaterialien wie z.B. Lehm. Über Jahrzehnte war er vergessen, er hatte das Image eines Baumaterials für arme Leute und schlechte Zeiten. Lehm ist fast überall verfügbar. Zur Erzeugung wird wenig Energie benötigt und er ist problemlos zu entsorgen. Es gibt viele Methoden, ihn zu verarbeiten. Drei sind am gebräuchlichsten: er wird zu Ziegeln gepresst, in Holzkonstruktionen gefüllt oder gestampft. In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob eine Renaissance des Baustoffes Lehm in Deutschland denkbar ist?

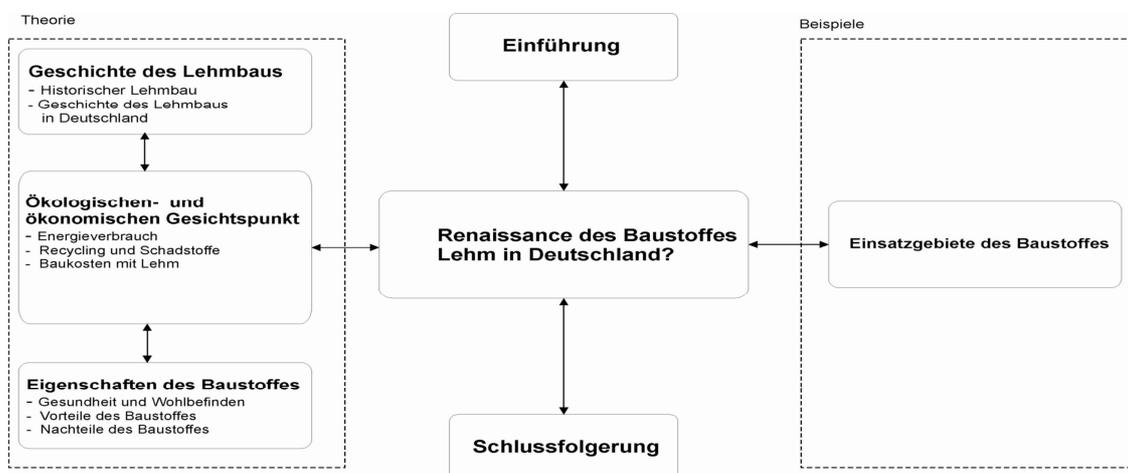
1.2 Methodik

Für die Bearbeitung des Theorieteils wurde überwiegend wissenschaftliche Literatur verwendet. Ebenfalls wurde auf das Internet als Informationsquelle zurückgegriffen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit hat folgenden Aufbau. Sie gliedert sich in einen theoretischen Teil und einen praktischen Teil. Im Theorieteil werden die geschichtlichen Hintergründe sowie Eigenschaften, Ökologie und Ökonomie des Baustoffes untersucht. Im zweiten Teil werden anhand von Beispielen die Einsatzgebiete des Baustoffes dargelegt. (vgl. nachstehendes Schaubild).

Abb.1 Schaubild zur Gliederung



Quelle: Eigene Darstellung

2 Geschichte des Lehmbaus

2.1 Historischer Lehmbau

„Lehmbautechniken sind seit mehr als 9000 Jahren bekannt: Im russischen Turkestan wurden rechteckige Lehmsteinhäuser aus der Periode von 8000-6000 v. Chr. entdeckt. In Asyrien sind Stampflehmfundamente aus der Zeit um 5000 v. Chr. nachgewiesen. Lehm wurde in allen alten Kulturen nicht nur für den Wohnungsbau, sondern auch für Befestigungsanlagen und Kultbauten verwendet.“(Minke 1997:13) Ein Beispiel ist die vor 4000 Jahren errichtete chinesische Mauer, die zum Großteil aus Stampflehm gebaut, und erst später mit Naturstein und Ziegelstein zur „steinernen Mauer“ verblendet wurde. Der Totentempel Ramses des II (Abb.2) bei Gournä in Ägypten, wurde vor ungefähr 3200 Jahren mit ungebrannten Lehmsteinen gebaut. Ebenfalls aus dieser Zeitepoche die Moschee Kashan Iran (Abb. 3). In trockenen Klimazonen entstanden Mauertechniken, mit denen es möglich war, aus ungebrannten Lehmsteinen Gebäude zu überdecken. Die Abbildung 4 zeigt den Basar von Sedjan im Iran, welcher zum Großteil mit dieser Technik gebaut wurde. In China wohnen mindestens 20 Millionen Menschen in Höhlen, die aus Lößlehm gegraben sind. Auch in Spanien, Nordafrika und der Türkei sind ähnliche Höhlenwohnungen bekannt. (vgl. Minke 1997:13-15)

Abb. 2: Vorratsräume des Totentempels Ramses II



Quelle: Minke 1997:11

Abb. 4: Basar, Sedjan, Iran



Quelle: Minke 1997:14

Abb. 3: Moschee, Kashan, Iran



Quelle: Minke 1997:13

2.2 Geschichte des Lehmbaus in Deutschland

Lehm wurde in der Bronzezeit als Füllmaterial für Flechtwerkwände eingesetzt. Lehmsteine wurden im 6. Jahrhundert v. Chr. bei den Befestigungsmauern der Heuneburg im Kreis Sigmaringen eingesetzt. Aus dem 9. oder 10. Jahrhundert n. Chr. soll ein Steinfundamenthaus aus Stampflehm in Weimar stammen. Aus der gleichen Periode stammt eine Stampflehmmauer der Altenburg bei Mersburg. Im Mittelalter wurde Lehm in Deutschland überwiegend als Ausfachung und das Verputzen von Fachwerkhäusern verwendet, sowie als Brandschutz unter Strohdächern.

Der wichtigste Impuls für den Lehmbau in Westdeutschland kam Ende des 18. Jahrhunderts mit dem Bekanntwerden der Schriften über den Stampflehm von Cointeraux. Das älteste bewohnte Stampflehmhaus entstand 1795 und steht in Meldorf. (Abb. 5) Das höchste massive Lehmhaus Mitteleuropas steht in Weilburg an der Lahn. Es wurde 1828 fertiggestellt (Abb. 6). Nach dem ersten und zweiten Weltkrieg griff man verstärkt auf den Baustoff Lehm zurück. Gründe für das vermehrte Bauen mit Lehm waren, dass Baugeld und Baumaterial knapp waren. In den Jahren 1919 bis 1922 entstanden so mehrere tausend Lehmhäuser und auch eine ganze Reihe von „Lehmhaus-Siedlungen“. (Abb. 7) (vgl. Minke 1997:15-17)

Als die baustoffproduzierende Industrie nach den beiden Weltkriegen wieder aufgebaut war, wurde der mangelnde Wohnbedarf durch rationellere und kostengünstigere Baumethoden wie z.B. durch Beton hergestellt. Ein weiterer Grund für den Rückgang der Lehmbauweise waren seine negativen Eigenschaften. Zum einen die Wasserlöslichkeit und zum anderen die unterschiedlichen Zusammensetzungen der einzelnen Lehmarten. (vgl. Niemeyer 1982:11) Seit den 80er Jahren ist jedoch wieder ein Umdenken erkennbar. (vgl. Schreckenbach u. a. 2004:3)

Abb. 5: Wohnhaus in Gottscheina, 1768, Lehmwellerbau



Quelle: Minke 1997:15

Abb. 7: „Lehmhaus-Siedlung“, Lübeck-Schlutup



Quelle: Minke 1997:18

Abb. 6: Stampflehmhaus Hainallee1, Weilburg, 1828



Quelle: Minke 1997:18

3 Eigenschaften des Baustoffes

3.1 Gesundheit und Wohlbefinden

Lehm absorbiert die im Wasserdampf gelösten Schadstoffe. Der im Lehm enthaltene Ton, hat die Fähigkeit Fremdstoffe bzw. Schadstoffe zu binden. Luftfeuchte hat in Innenräumen einen wesentlichen Einfluß auf die Gesundheit der Bewohner. Lehm wirkt luftfeuchteregulierend. (vgl. Minke 1997:20-21) Zusätzlich besitzt Lehm die Eigenschaften Gerüche zu absorbieren und stellt somit einen wesentlichen Anteil zur Behaglichkeit des Raumklimas dar. Da Lehm ein Naturprodukt ist, sind keine gesundheitsgefährdende Schadstoffe in ihm enthalten. (vgl. Huber/Kleespies/Schmidt 1997:30)

3.2 Vorteile des Baustoffes

Lehm kommt überall vor, ausser in ein paar wenigen Bergregionen. Es benötigt keine weiten Transportwege. Lehm kann direkt als Baumaterial verwendet werden, sofern er nicht zu tonhaltig ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass zur Gewinnung von Lehm nur ein geringer Energieaufwand notwendig ist; je nach Verfügbarkeit und vom Maschineneinsatz zwischen 0 und 30 kWh/m³ fertigen Lehmbauteil. Beim Abbruch von bestehenden Bauteilen entstehen geringe Kosten. Lehm ist unbegrenzt wiederverwertbar. Bauphysikalisch schafft der Lehm ein angenehmes Raumklima, durch schnelle Auf- und Abgabe von Feuchtigkeit. Er dient als guter Wärmespeicher der das Raumklima positiv beeinflusst. Ein weiterer nennenswerter Vorteil ist, dass Lehmbauten bei fachgerechter Ausführung und Pflege Jahrhunderte überdauern. (vgl. Schneider/Schwimann/Bruckner 1996:3-4)

3.3 Nachteile des Baustoffes

Hierbei sind die äußeren Einflüsse zu nennen. Bei Kontakt mit Wasser verliert der Lehm seine Festigkeit. Bei zu großer Trockenheit setzt das Schwinden des Rohstoffes ein, welches zur Rissebildung führt. Schützt man die Lehmoberfläche nicht vor Erosion, so wird diese leicht abgetragen. Als weiterer Nachteil ist die Verschiedenartigkeit der Lehme zu nennen. Einsatzbereich und Verarbeitung sind von den jeweiligen Lehmarten abhängig. Als letzter Nachteil ist hier die mangelnde Information des Baustoffes Lehm zu nennen. Die Verbreitung über das Fachwissen ist bei Baufachleuten und Behörden sehr gering. Man muss das Material und seine Eigenschaften verstehen um richtig konstruktiv mit ihm umzugehen. (vgl. Schneider/Schwimann/Bruckner 1996:4)

4 Betrachtung unter ökologischen- und ökonomischen Gesichtspunkt

4.1 Energieverbrauch

Lehme verschiedener Kornzusammensetzungen kommen in benachbarten Lehmgruben und manchmal sogar in Baugruben vor. So erfordert die Gewinnung von Lehm einen minimalen Aufwand an Transportenergie; weiterhin werden zu Lehmbaumaterialien keine Brennöfen mit hohen Temperaturen benötigt. Vergleicht man die drei Phasen des Energieverbrauchs, Produktion, Nutzung und Abbruch, stellt der Energieverbrauch in der Nutzungsphase den höchsten Anteil dar.

Hier sind die Stärken des Lehmes nicht in seiner Wärmedämmfähigkeit sondern in der Wärmespeicherfähigkeit zu suchen. Lehm ist ein hervorragender Wärmespeicher. Lehmwände können mit einem sehr geringen Energieaufwand hergestellt werden. Dies belegt eine Studie der Forschungsgruppe Lehmhaus. Jedoch muss beachtet werden, dass bei schlecht optimierten Planungsprozessen der k-Wert sogar höher der einer vergleichbaren Ziegelwand liegen kann. (vgl. Huber/Kleespies/Schmidt 1997:28-29)

Zum Vergleich der Herstellungskosten: benötigt ein Sack Zement etwa 50 kWh, für 1 m³ Zementbeton etwa 400 - 500 kWh. Das entspricht dem hundertfachen was die gleiche Menge Lehm als Energie zur Herstellung benötigt. Für 1 m³ Ziegelmauerwerk benötigt man noch mehr Energie. So fällt bei der Herstellung des Hochlochziegels über 500 kWh und beim Vollziegel sogar über 1000 kWh an. (vgl. Minke 1981:32)

4.2 Recycling und Schadstoffe

Ein wichtiges Argument das für den Baustoff Lehm spricht, ist seine hohe Wiederverwertbarkeit. Bei seiner Umwandlung zum Baustoff wird der Lehm in seiner Struktur nur wenig verändert. Der Baustoff kann durch einfaches Aufweichen in Wasser beliebig oft wiederverwendet werden. Dieser Vorteil bietet sich besonders bei Renovierungsarbeiten an. Der Baustoff muss nicht abtransportiert werden, sondern kann durch Umformen sofort an Ort und Stelle wiederverwendet werden. Weder bei der Produktion noch auf der Abfalldeponie fallen Schadstoffe durch Lehmbaustoffe an. (Abb. 8) Auch während der Nutzung werden keine schädlichen Stoffe an die Umwelt abgegeben. Während bei anderen Baumaterialien die Kostenfrage der Entsorgung gestellt werden muss, fällt diese bei dem Rohstoff Lehm weg. Lehmbaustoffe werden nicht als Abfallmaterial betrachtet. (vgl. Huber/Kleespies/Schmidt 1997:30-31)

Abb. 8: Kreislauf des Baustoffes Lehm



Quelle: Schreckenbach u.a. 2004:3

4.3 Baukosten mit Lehm

Nach dem ersten Weltkrieg war ein Lehmhaus gegenüber einem Backsteinhaus nach Fremd- und Eigenleistung um etwa 10 – 25% billiger. Der heutige Vergleich richtet sich dagegen nach den Energiekosten des Mauerwerks und den Lohnkosten. Eine Ersparnis kann nur erzielt werden, wenn der Innenausbau so niedrig wie möglich gehalten wird; also bei Bauwerken einfachster Art. Dabei kommt es auch darauf an, in wievielen konstruktiven Bauteilen der Lehm eingesetzt wird. Ein weiteres Kriterium spielt das Vorkommen des Lehmes. Ist der Lehm direkt auf der Baustelle vorhanden oder muss die Anlieferung mit berücksichtigt werden? Ausschlaggebend ist auch die Baugeometrie, ob ein Grundriss einfache gerade Wände aufweist, oder viele Ecken. Der Hauptkostenfaktor liegt jedoch in den Lohnkosten. Wird ein Unternehmen beauftragt, welches wenig Erfahrung mit dem Umgang des Werkstoffes aufweist, so belaufen sich die Herstellungskosten vergleichbar mit denen einer Mauerwerkswand. (vgl. Niemeyer 1982:20-22) Bei optimalen Bedingungen kann man im Allgemeinen davon ausgehen, dass reine Stampflehmwände 50% billiger als Beton und 25% billiger als Mauerwerk sind. (vgl. ZurNieden/Ziegert 2002:41)

5 Einsatzgebiete und Verwendung des Baustoffes

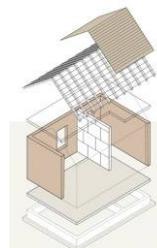
Lehm besitzt viele Verwendungszwecke, sei es als Werkstoff für das Bauwesen oder als Gestaltungsobjekt im Innenausbau wie z.B. Lehmöfen oder als Wandgestaltungsobjekt (Abb. 9) . Prinzipiell kann Lehm im Hochbau zur Anwendung kommen vor allem im Bereich des Wohnungsbaus, im Landwirtschaftsbau und bei öffentlichen Bauten, wie z.B. Kindergärten und Schulen. Abbildung 10 veranschaulicht die konstruktiven Bauteile, in denen Lehm eingesetzt werden kann. Ähnlich wie bei Mauerwerk oder Beton, können aus Lehm vielfältig Baustoffe hergestellt werden. Lehmstoffe unterliegen den gleichen Anforderungen z.B. Schallschutz, Brandschutz, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit und der Wärmedämmung, wie mineralische Baustoffe. Wandkonstruktionen können zum einen vollständig aus Lehm ausgeführt werden; als sogenannte Lehmstampfwände (Abb. 11) oder als Kombination mit Holz als Fachwerk. (Abb. 12) Für jeden konstruktiven Einsatz am Bauwerk steht eine konstruktive Lösung mit dem Baustoff Lehm zur Verfügung, welches im Schaubild (Abb.13) belegt wird. (vgl. Schreckenbach u.a. :2004)

Abb. 9: Die Stampflehmwand als Objekt



Quelle: ZurNieden/ Ziegert. 2002:21

Abb. 10: Die wichtigsten Bauteile eines Hauses



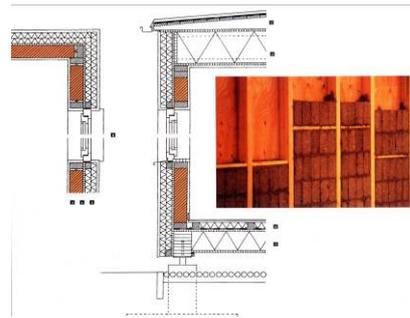
Quelle: Schreckenbach u.a. 2004:7

Abb. 11: Lehmstampfwand



Quelle: ZurNieden/ Ziegert. 2002:70

Abb. 12: Detail Konstruktion Holz – Lehm



Quelle: ZurNieden/ Ziegert. 2002:70

Abb. 13: Verwendung von Lehmbaustoffen

	zusammen	verleimt	zusammen	Lehmstein	Lehmschichtung	Lehmstein	Lehmstein	Lehmputz
	UNGEFORMTE LEHMBAUSTOFFE						GEFORMT	
Fußboden	○						○	
Wand tragend	○	○				○		○
Wand nichttragend	○	○	○	○		○		○
Decken & Dach				○	○	○		○
Trockenbau								○
Putz				○	○	○		

Quelle: Schreckenbach u.a. 2004:6

6. Schlussfolgerung

Ein Umdenken der Bevölkerung hin zur Ökologie ist schon längst erkennbar. Aber nicht nur der Privatmann sondern auch in der Industrie ist dieser Trend deutlich erkennbar. Im Baugewerbe jedoch ist der Großteil der Baumaterialien aus industriell gefertigten Produktionen. Gründe dafür sind die noch humanen Energiepreise, die in der Massenproduktion immer noch eine Wirtschaftlichkeit zulassen.

Ein weiterer Punkt ist das mangelnde Fachwissen der Planer über den Werkstoff. Es gibt kaum, oder gar keine Angebote zum Thema Bauen mit Lehm. Nur ein paar wenige Verbindungen halten die Techniken am Leben; diese jedoch bilden nur eine Randgruppe im gesamten Bauwesen. Sogar an Universitäten ist der Baustoff Lehm weitestgehend ein Fremdwort. Wenn er zum Thema Vorlesungen angeboten wird, dann beziehen sich diese meist nicht auf Europa. Der Schwerpunkt liegt hier in den Entwicklungsländern.

Aus der Analyse des Theorieteils lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass Lehm schon immer ein bewehrter Baustoff war, und auch heute noch alle Eigenschaften eines modernen Baustoffes besitzt. Unter Betracht der hohen Flexibilität des Baustoffes, seiner Breite an Einsatzmöglichkeiten und den stetig steigenden Energiepreisen und der Umweltsituation, wird jedoch auf lange Sicht ein Umdenken eintreffen. Vorhandene Ressourcen werden wieder verstärkt genutzt werden um Baukosten so gering wie möglich zu halten. Bei einer Änderung der Rahmenbedingungen, z.B. weiter steigende Energiepreise, Rückbesinnung auf Eigenversorgung mit lokalen Rohstoffen usw. ist eine Renaissance des Baustoffes Lehm in Deutschland denkbar.

Quellenverzeichnis

- Niemeyer, Richard 1982: Der Lehm-bau und seine praktische Anwendung
1.Auflage, Grebenstein: Öko-Buchversand
- Schillber, Klaus /
Knieriemen, Heinz 1996: Naturbaustoff Lehm, Moderne Lehmbautechnik
in der Praxis – Bauen und Sanieren mit
Naturmaterialien, 2. Auflage,
Aarau / Schweiz: AT Verlag
- Volhard, Franz 1983: Leichtlehm-bau: alter Baustoff – neue Technik
Fundamente Alternativer Architektur Bd. 7,
Karlsruhe: C.F. Müller
- ZurNieden, Günter /
Ziegert, Christof 2002: Neue Lehm-Häuser international: Projektbeispiele,
Konstruktionen, Details , 1. Auflage, Berlin:
Bauwerk – Verlag
- Minke, Gernot 2001: Das neue Lehm-bau-Handbuch : Der Baustoff
Lehm und seine Anwendung, 3.Auflage, Staufen bei Freiburg:
ökobuch Verlag
- Huber, Anne-Louise / Kleespies,
Thomas / Schmidt Petra 1997: Neues Bauen mit Lehm : Konstruktionen und
gebaute Objekte, 1. Auflage, Staufen bei
Freiburg: ökobuch Verlag
- Schneider Ulrich / Schwimann Mathias /
Bruckner Heinrich 1996: Lehm-bau für Architekten und Ingenieure :
Konstruktion, Baustoffe und Bauverfahren,
Prüfungen und Normen, Rechenwerte, 1. Auflage,
Düsseldorf: Werner-Verlag GmbH
- Schreckenbach, Hannah / Röhlen, Ulrich /
Schroeder, Horst / Beuchel, Eckhard: 2004
Lehm-bau – info Verbraucherinformation
Dachverband Lehm e.V.
- Minke, Gernot : 1981
Lehmarchitektur : Rückblick - Ausblick ;
Symposion aus Anlaß der Ausstellung
"Lehmarchitektur - Die Zukunft einer Vergessenen
Bautradition" im Deutschen Architekturmuseum
Frankfurt am Main, Roßdorf: Typo-Druck-Roßdorf
GmbH

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schaubild zur Gliederung.....	3
Abb. 2: Vorratsräume des Totentempels Ramses II.....	4
Abb. 3: Moschee, Kashan, Iran.....	4
Abb. 4: Basar, Sedjan, Iran.....	4
Abb. 5: Wohnhaus in Gottscheina, 1768, Lehmwellerbau.....	5
Abb. 6: Stampflehmhaus Hainallee1, Weilburg, 1828.....	5
Abb. 7: „Lehmhaus-Siedlung“, Lübeck-Schlutup.....	5
Abb. 8: Kreislauf des Baustoffes Lehm.....	7
Abb. 9: Die Stampflehmwand als Objekt.....	8
Abb. 10: Die wichtigsten Bauteile eines Hauses.....	8
Abb. 11: Lehmstampfwand.....	9
Abb. 12: Detail Konstruktion Holz – Lehm	9
Abb. 13: Verwendung von Lehmbaustoffen.....	9

Abkürzungsverzeichnis

vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
v. Chr.	vor Christus
n. Chr.	nach Christus
kWh	Kilowattstunde
m ³	Kubikmeter
k-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient