

Horst Schroeder

Lehmbau

Horst Schroeder

Lehmbau

Mit Lehm ökologisch planen und bauen

Mit 230 Abbildungen und 55 Tabellen

PRAXIS



VIEWEG+
TEUBNER

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

1. Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2010

Lektorat: Karina Danulat | Sabine Koch

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.viewegteubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Satz/Layout: Katharina Triebe, Leipzig

Titelfoto: Julian Reisenberger, Weimar

Druck und buchbinderische Verarbeitung: MercedesDruck, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0214-9

Vorwort

Lehm ist Bestandteil der obersten Verwitterungsschicht der Erdkruste und findet sich deshalb in nahezu allen Regionen der Welt. Lehm ist zugleich auch einer der ältesten Baustoffe. Die Jahrtausende alten Baukulturen in Ägypten, im Vorderen Orient, in Indien und China, in Zentralasien und Lateinamerika waren eng mit dem Baustoff Lehm verbunden. Auch in Mitteleuropa ist die Verwendung von Lehm als Baustoff über mehrere Jahrtausende archäologisch belegt. Die über viele Generationen weitergegebenen Erfahrungen und daraus abgeleiteten Bauregeln führten in der jeweiligen Region zu bauklimatisch optimal angepassten Baukonstruktionen. Etwa ein Drittel der Menschheit oder zwei Milliarden Menschen leben heute in Häusern aus Lehm-
baustoffen.

Mit der Industrialisierung des Bauwesens ab Ende des 19. Jahrhunderts wurde Lehm in Europa mehr und mehr durch industriell gefertigte Baustoffe verdrängt, verbunden mit einem Verlust an Wissen über die Aufbereitung und Verarbeitung von Lehm zu Baustoffen und Baukonstruktionen. Nur in Notzeiten erfolgte mangels anderer Möglichkeiten wieder ein Rückgriff auf den Lehm, wodurch ihm lange Zeit das Image des Provisoriums, des Ärmlichen anhaftete.

In vielen Entwicklungsländern gehört Lehm als Baustoff vor allem in den ländlichen Regionen nach wie vor zum alltäglichen Bauen. Das Leitbild des »modernen« Bauens ist geprägt durch die Baustoffe Stahl, Beton, Stahlbeton, Glas, Plaste. Bei der Bewertung von Baukonstruktionen stehen heute noch statisch-konstruktive, stofflich-technologische und bauwirtschaftliche Aspekte im Vordergrund. Bauen bedeutet immer einen mehr oder weniger tiefen Eingriff in die natürliche Umwelt. Im Interesse einer nachhaltigen, zukunftsverträglichen Entwicklung werden deshalb beim

Bauen zunehmend auch ökologische Kriterien berücksichtigt, nicht zuletzt durch Forderungen des Gesetzgebers. Im Bauprozess muss künftig der Verursachergedanke stärker zur Geltung gebracht werden: der Architekt oder Planer hat für sein Produkt Bauwerk auch nach Ablauf von dessen Lebensdauer Verantwortung zu übernehmen und dies bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Bauwerke müssen recyclinggerecht konstruiert werden.

Wichtige Aspekte des »nachhaltigen« Bauens sind energiesparendes, ressourcen- und umweltschonendes Bauen sowie die Verwendung gut verfügbarer, schadstofffreier und recyclingfähiger Baustoffe, um Sondermüllberge zu vermeiden. Vor allem sind es aber die positiven bauphysikalischen Auswirkungen auf das Innenraumklima, die dem Lehm aus der Sicht des gesundheitsgerechten Bauens derzeit eine wachsende Aufmerksamkeit bescherten.

In diesen Zusammenhang gestellt, erscheint der Baustoff Lehm heute in einem neuen Licht. Nicht nur private Bauherren, auch öffentliche Auftraggeber entscheiden sich deshalb zunehmend für Lehm als Baustoff.

In Deutschland hat sich der Lehm-
bau in den zurückliegenden 20 Jahren zu einer kleinen, aber stabilen, eigenständigen Branche des Bauwesens entwickelt. Die Anwendung von Lehm-
baustoffen ist heute nicht mehr die große Ausnahme, sie beginnt zur täglichen Baupraxis zu werden. Lehm ist wieder auf dem Wege zu einem »normalen« Baustoff. Waren es zunächst Sanierungsaufgaben, so wird Lehm heute auch zunehmend im Neubaubereich, vor allem in Kombination mit Holz eingesetzt. Dies gilt insbesondere für den Wohnungsbau, aber auch für öffentliche Bauten, z. B. Kindereinrichtungen und Schulen. Einige von ihnen wurden mit staatlichen

sowie international renommierten Architekturpreisen ausgezeichnet.

Die Produkthersteller offerieren inzwischen eine breite Palette an Lehmbaumstoffen als Alternative zu den am Markt etablierten mineralischen Baumaterialien. Herstellung und Verarbeitung von Lehmbaumstoffen sind dem heutigen technologischen Standard angepasst. Für das Bauen mit Lehm wurden in Deutschland Vorschriften auf dem aktuellen Stand der Technik entwickelt und bauaufsichtlich eingeführt. Auch in einer Reihe anderer Länder gibt es inzwischen nationale Vorschriften zum Bauen mit Lehm.

Wissen aufzunehmen, zu verarbeiten und zu verbreiten ist eine der wichtigsten Aufgaben im Zeitalter der Globalisierung. Diese Entwicklung geht auch am Lehmbau nicht vorbei. Austausch von Wissen auf nationalen und internationalen Fachtagungen, in über das Internet vernetzten Arbeitsgruppen, mehrsprachige Kommunikation – all dies gehört heute selbstverständlich auch zum Bauen mit Lehm.

Mit diesem Buch soll das Planen und Bauen mit Lehm aus heutiger Sicht dargestellt werden: einerseits die Bewahrung von Traditionen bei der Erhaltung und Sanierung historischer Bausubstanz, andererseits das Aufzeigen aktueller Tendenzen des modernen Lehmbaus im privat, zunehmend aber auch im öffentlich finanzierten Bauen.

Der Lehmbau wird als ein Teilgebiet des Nachhaltigen Bauens dargestellt. Durch das Buch zieht sich der Gedanke des Stoffkreislaufs des Lehms als »roter Faden«: Behandelt werden alle Verarbeitungsstufen des Lehms von der Erkundung im Gelände, über die Gewinnung, Aufbereitung, Verarbeitung zu Baumstoffen und Bauteilen/Konstruktionen, dem Gebrauchszustand mit den Möglichkeiten der Bauwerkserhaltung bis hin zum Abriss und Recycling. Hier schließt sich der Kreis.

In dieses Buch fließen ein Erkenntnisse

und Erfahrungen aus einer langjährigen Beschäftigung mit dem Baustoff Lehm bei praktischer Arbeit auf der Baustelle, im Rahmen von Forschung und Lehre an der Bauhaus-Universität Weimar, als Gutachter bzw. Berater für verschiedene Organisationen, darunter Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GTZ, Deutsches IDNDR-Komitee, ICOMOS, Abu Dhabi Authority for Culture and Heritage ADACH.

Dieses Buch hätte nicht geschrieben werden können ohne die während der Tätigkeit für den Dachverband Lehm e.V. gesammelten Erfahrungen und den fachlichen Austausch mit den Verbandsmitgliedern. Der Dachverband Lehm e.V. ist der Bundesverband zur Förderung des Lehmbaus in Deutschland, dessen Mitbegründer und Vorsitzender der Autor seit 1992 ist. In dieser Zeit sind durch den Verband für die Entwicklung des Lehmbaus wichtige Projekte geplant und umgesetzt worden, so z. B. die bauaufsichtlich eingeführten Lehmbau Regeln oder der handwerksrechtlich eingeführte Weiterbildungskurs »Fachkraft Lehmbau«. Die engagierte Öffentlichkeitsarbeit des Verbandes hat dazu beigetragen, dass Bauen mit Lehm heute wieder »alltäglich« geworden ist. Der Baustoff Lehm ist in die Standardwerke und Tabellenbücher des Bauwesens zurückgekehrt. Dessen ungeachtet bleibt noch viel zu tun. So ist eine adäquate Forschung über Jahrzehnte nur in Ansätzen betrieben worden und steht noch ganz am Anfang.

Inhaltsverzeichnis

1	Entwicklung des Lehmbaus	1
1.1	Historische Wurzeln des Bauens mit Lehm	2
1.2	Lehmbau als kulturelles Erbe	9
1.3	Historische Entwicklung des Lehmbaus in Deutschland	10
1.4	Lehmbau heute – ökologische und wirtschaftliche Aspekte	19
1.4.1	Nachhaltiges Bauen	19
1.4.2	Lebenszyklus und Stoffkreislauf eines Gebäudes	20
1.4.3	Quantitative Ökobilanz	23
1.4.3.1	<i>Energieverbrauch</i>	24
1.4.3.2	<i>Umfassende quantitative Bewertung</i>	25
1.4.4	Wirtschaftliche Aspekte	27
1.5	Einordnung des Lehmbaus als Wissenschaftsgebiet	28
2	Erkundung, Gewinnung und Klassifizierung von Baulehm	31
2.1	Naturlehm	32
2.1.1	Bildung von Naturlehmen	32
2.1.1.1	<i>Bodenprofil</i>	32
2.1.1.2	<i>Bodenbestandteile</i>	33
2.1.1.3	<i>Einflussfaktoren der Bodenbildung</i>	33
2.1.2	Bezeichnungen von Naturlehm	36
2.1.2.1	<i>Löss und Lösslehm</i>	38
2.1.2.2	<i>Geschiebemergel und Geschiebelehm</i>	38
2.1.2.3	<i>Verwitterungslehm</i>	42
2.1.2.4	<i>Aue- und Gehängelehm</i>	42

2.1.2.5	<i>Tone</i>	42
2.1.2.6	<i>Tropische Verwitterungsböden</i>	44
2.2	Baulehm	45
2.2.1	Bezeichnungen von Baulehm	45
2.2.1.1	<i>Grubenlehm</i>	45
2.2.1.2	<i>Trockenlehm und Tonmehl</i>	45
2.2.1.3	<i>Recyclinglehm</i>	47
2.2.1.4	<i>Presslehm</i>	47
2.2.2	Erkundung von Baulehm	48
2.2.2.1	<i>Erkundungsverfahren</i>	48
2.2.2.2	<i>Probenahme</i>	49
2.2.3	Klassifizierung von Baulehm	52
2.2.3.1	<i>Körnungskenngrößen</i>	53
2.2.3.2	<i>Verarbeitungskenngrößen</i>	63
2.2.3.3	<i>Formänderungskenngrößen</i>	72
2.2.3.4	<i>Chemisch-mineralogische Kenngrößen</i>	74
2.2.4	Gewinnung und Transport von Baulehm	85
3	Herstellung von Lehmbaustoffen	87
3.1	Aufbereitung von Baulehm	88
3.1.1	Natürliche Aufbereitung	88
3.1.1.1	<i>Auswintern und Aussommern</i>	88
3.1.1.2	<i>Sumpfen</i>	89
3.1.1.3	<i>Mauken</i>	89
3.1.2	Mechanisierte Aufbereitung	89
3.1.2.1	<i>Brechen, Schneiden und Kneten</i>	89
3.1.2.2	<i>Sieben</i>	91
3.1.2.3	<i>Mahlen und Granulieren</i>	93

3.1.2.4	<i>Dosieren, Vereinigen und Mischen</i>	93
3.1.2.5	<i>Aufschlämmen</i>	97
3.2	Formgebung	98
3.2.1	Konsistenz der Arbeitsmasse	98
3.2.2	Formatgestaltung der Arbeitsmasse	98
3.2.2.1	<i>Elementierte Formgebung</i>	99
3.2.2.2	<i>Bauteilbildende Formgebung</i>	104
3.3	Trocknung von Lehmbaustoffen und Lehmbauteilen	110
3.3.1	Trocknungsverlauf	110
3.3.2	Geschwindigkeit der Austrocknung	110
3.3.3	Art der Trocknung	112
3.4	Bezeichnungen von Lehmbaustoffen	113
3.5	Verwendung von Lehmbaustoffen	115
3.5.1	Stampflehm	115
3.5.2	Wellerlehm	116
3.5.3	Stroh- und Faserlehm	117
3.5.4	Leichtlehm	118
3.5.5	Lehmschüttungen	119
3.5.6	Lehmmörtel	120
3.5.6.1	<i>Lehm-Mauermörtel</i>	121
3.5.6.2	<i>Lehm-Putzmörtel</i>	122
3.5.6.3	<i>Lehm-Spritzmörtel</i>	124
3.5.7	Lehmsteine	125
3.5.8	Lehmplatten	127
3.5.9	Sonstige Lehmbaustoffe	128
3.6	Kenngößen und Prüfungen für Lehmbaustoffe	128
3.6.1	Masse- und Gefügekenngößen	129
3.6.1.1	<i>Porosität und Porenzahl</i>	129
3.6.1.2	<i>Rohdichte ρ/Rohdichte bei Wassersättigung ρ_{sr}</i>	131

3.6.1.3	Trockenrohdichte ρ_d	133
3.6.1.4	PROCTOR-Dichte ρ_{Pr}	134
3.6.1.5	Reindichte ρ_s	138
3.6.2	Baumechanische Kenngrößen	138
3.6.2.1	Formänderungskenngrößen	139
3.6.2.2	Festigkeitskenngrößen	146
3.6.3	Bauphysikalische Kenngrößen	166
3.6.3.1	Feuchte	166
3.6.3.2	Thermische Kenngrößen	168
4	Konstruktionen aus Lehmbaustoffen – Planung und Bauausführung	171
4.1	Baugewerbliche Grundlagen	172
4.1.1	Regelwerke	172
4.1.1.1	VOB und BGB	172
4.1.1.2	DIN-Vorschriften	172
4.1.1.3	Lehmbau Regeln	174
4.1.1.4	Ausländische Regelungen zum Lehmbau	178
4.1.2	Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen	183
4.1.2.1	Ausschreibung	183
4.1.2.2	Kalkulation	184
4.1.2.3	Vergabe	186
4.1.3	Ausführung von Bauleistungen	186
4.1.3.1	Bauleitung	186
4.1.3.2	Bauausführung	187
4.1.3.3	Abschluss von Bauleistungen	188
4.2	Planung und Ausführung von Lehmbauteilen	189
4.2.1	Fundamente, Kellerwände und Sockel	190

4.2.2	Fußböden	191
4.2.3	Wandkonstruktionen	192
4.2.3.1	<i>Tragende Wände aus Lehmbaustoffen</i>	194
4.2.3.2	<i>Planung und Ausführung nichttragender Wände und Ausfachungen</i>	213
4.2.4	Decken	225
4.2.4.1	<i>Stakendecken</i>	226
4.2.4.2	<i>Einschubdecken</i>	230
4.2.4.3	<i>Decken aus Lehmplatten</i>	231
4.2.4.4	<i>Ausfachung von Dachschrägen</i>	231
4.2.5	Flachdächer	231
4.2.6	Gewölbe	234
4.2.7	Putz	237
4.2.7.1	<i>Anwendung und Beanspruchungen</i>	237
4.2.7.2	<i>Putzgrund</i>	238
4.2.7.3	<i>Putzauftrag und Austrocknung</i>	243
4.2.7.4	<i>Oberflächengestaltung und -behandlung</i>	245
4.2.7.5	<i>Putz auf Außenwandoberflächen</i>	247
4.2.7.6	<i>Anforderungen an Lehmputz</i>	247
4.2.8	Technischer Ausbau	252
4.2.8.1	<i>Leitungsführung</i>	252
4.2.8.2	<i>Befestigungen</i>	252
4.2.8.3	<i>Wandheizungen</i>	252
4.2.8.4	<i>Lehmöfen</i>	254

5	Konstruktionen aus Lehmbaustoffen im Gebrauchszustand	257
5.1	Verhalten von Bauteilen und Konstruktionen aus Lehmbaustoffen	258
5.1.1	Wärmetechnische Kenngrößen	259
5.1.1.1	<i>Mechanismen der Wärmeübertragung</i>	259
5.1.1.2	<i>Raumklima</i>	261
5.1.1.3	<i>Temperaturverteilung in Lehmbauteilen</i>	263
5.1.2	Hygrische Kenngrößen	269
5.1.2.1	<i>Mechanismen des Feuchtetransports</i>	269
5.1.2.2	<i>Wasserdampfdiffusions-Widerstandsfaktor μ</i>	270
5.1.2.3	<i>Kondenswasser</i>	272
5.1.2.4	<i>Gleichgewichtsfeuchte</i>	272
5.1.2.5	<i>Luftfeuchtesorption</i>	273
5.1.2.6	<i>Erosionsbeständigkeit</i>	275
5.1.3	Brandschutztechnische Kenngrößen	277
5.1.3.1	<i>Brandverhalten von Lehmbaustoffen</i>	277
5.1.3.2	<i>Feuerwiderstand von Lehmbauteilen</i>	278
5.1.4	Schallschutztechnische Kenngrößen	278
5.1.4.1	<i>Luftschalldämmung von Wänden</i>	280
5.1.4.2	<i>Schallschutz von Holzbalkendecken</i>	281
5.1.5	Winddichtigkeit	282
5.1.6	Strahlenbelastung	283
5.1.6.1	<i>Radioaktive Strahlung</i>	283
5.1.6.2	<i>Abschirmung hochfrequenter Strahlung</i>	285
5.2	Bauschäden durch äußere Einwirkungen auf Konstruktionen aus Lehmbaustoffen	287
5.2.1	Mechanische Einwirkungen	288
5.2.1.1	<i>Mechanische Beanspruchung</i>	288
5.2.1.2	<i>Feuchtigkeit</i>	288

5.2.2	Chemische Einwirkungen	299
5.2.3	Biologische Einwirkungen	299
5.2.4	Naturkatastrophen	302
5.2.4.1	<i>Hochwasser</i>	302
5.2.4.2	<i>Erdbeben</i>	302
5.2.5	Bauschäden an Konstruktionen aus Lehmbaustoffen durch Planungsfehler	310
5.3	Erhaltung von Konstruktionen aus Lehmbaustoffen	313
5.3.1	Rechtliche Grundlagen	314
5.3.2	Planung von Maßnahmen der Erhaltung	315
5.3.2.1	<i>Methoden</i>	315
5.3.2.2	<i>Planungsstufen</i>	318
5.3.3	Durchführung von Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten	321
5.3.3.1	<i>Fundamente</i>	321
5.3.3.2	<i>Wandkonstruktionen</i>	323
5.3.3.3	<i>Flachdächer</i>	340
5.3.3.4	<i>Lehmputz</i>	342
5.3.3.5	<i>Archäologische Ruinenkomplexe</i>	343
6	Gebäudeabbruch, Recycling und Entsorgung von Lehmbaustoffen	347
6.1.	Gebäudeabbruch	348
6.1.1	Rechtliche Grundlagen	348
6.1.2	Demontagestufen	348
6.1.3	Abbruchverfahren	349
6.1.3.1	<i>Mechanisches Schlagen und Hämmern</i>	349
6.1.3.2	<i>Mechanisches Abbrechen</i>	350
6.1.3.3	<i>Mechanisches Sägen und Bohren</i>	351

6.2	Wiederverwendung von Lehmbaustoffen	351
6.2.1	Planungsgrundlagen	352
6.2.2	Recycling	353
6.2.2.1	<i>Voraussetzungen für den Einsatz von Recycling-Lehmbaustoffen</i>	353
6.2.2.2	<i>Einsatzmöglichkeiten des Recyclinglehms</i>	359
6.3	Entsorgung von Lehmbaustoffen	360
6.3.1	Bauabfall	361
6.3.2	Schadstoffbelastung	362
7	Perspektiven für den Lehm bau	367
7.1	Bildung	369
7.2	Vernetzung	373
7.3	Forschung und Normung	375
7.4	Wirtschaftliche Entwicklung	376
	Bibliografie	379
	Abbildungsnachweis	401
	Sachwortverzeichnis	405

1



Entwicklung des
Lehmbaus

1.1 Historische Wurzeln des Bauens mit Lehm

Um 10.000 v. d. Z. setzte in der Geschichte der Menschheit ein entscheidender Wandel ein: die bis dahin vorherrschende Form der Nahrungsbeschaffung durch Jagen und Sammeln wurde allmählich ersetzt durch Ackerbau und Viehzucht. Diese neue Lebensweise war begleitet von der Notwendigkeit, feste Behausungen für die Menschen und ggf. die Tiere sowie Bauten für eine Vorratswirtschaft zu errichten. Zu den dafür verwendeten Baustoffen gehörte neben Naturstein und Holz vor allem der Lehm.

Je nach vorherrschendem Klima und Vegetation sowie den jeweiligen geologischen Gegebenheiten haben sich im Verlauf der Menschheitsgeschichte verschiedenartige Bauweisen und Konstruktionsformen herausgebildet: In trocken-heißen Klimaten ohne bedeutende Holzvorkommen dominieren massive Konstruktionen, d.h. der Lehm in der Wand hat lastabtragende Funktion. Hinzu kommt die Aufgabe eines »Hitzepuffers« gegen die intensive Sonneneinstrahlung. In Übergangsklimaten oder Bergregionen mit reichen Holzvorkommen sind Skelettkonstruktionen vorherrschend: Die Lastabtragung im Gebäude übernimmt ein gesondertes Skelett aus Holz. Der Lehm, oft in Kombination mit Stein, dient zur Ausfachung und hat raumumschließende Funktion. Hier gibt es auch Übergangsformen aus beiden Systemen.

Beide Bauweisen lassen sich in den verschiedenen Regionen der Welt Jahrtausende weit in die Geschichte zurückverfolgen.

In SW-Asien, das die Gebiete der heutigen Türkei, des Irans, Iraks, Libanons, Syriens, Jordaniens und Israels umfasst, setzte nach heutigen Erkenntnissen der Übergang zur Sesshaftwerdung des Menschen zuerst ein. Dementsprechend lassen sich die ersten festen Hauskonstruktionen aus der Zeit um 10.000 v. d. Z.

auch in dieser Region archäologisch nachweisen.

Zu den ältesten, festen Hauskonstruktionen aus Lehmbaumstoffen gehören jene im Gebiet des heutigen Anatolien in der Türkei und in Palästina (*Bilder 1-1, 1-2 und 1-3*). Die ca. 8.000 Jahre alten Hauskonstruktionen von Çatal Höyük, Anatolien wiesen schon einen erstaunlich hohen Standard auf. Die tragenden Außenwände bestanden aus Lehmsteinen mit innen liegenden Holzstützen zur Aufnahme der Dachkonstruktion. Diese war als Flachdach aus Knüppelholz mit Gräsern bzw. Schilf und einem Lehmschlag als Abdichtung gegen Regenwasser ausgebildet. Der Zugang in die Häuser erfolgte über das Dach. Die einzelnen Häuser selbst waren wie Bienenwaben aneinanderstoßend angeordnet [1.1].

China ist in weiten Gebieten seines Territoriums mit Lehm, vor allem Lösslehm, bedeckt. Tragende Konstruktionen aus Lehm wie auch Skelettkonstruktionen mit Lehmbaumstoffen sind hier über einen Zeitraum von mehreren tausend Jahren nachweisbar.

Bild 1-4 gibt eine historische Darstellung der Stampflehm-Bauweise wieder, die mit folgender Geschichte verbunden ist: Fu Yueh, Minister eines Herrschers der Shang-Dynastie (um 1.320 v. d. Z.), soll der Erfinder dieser Technologie und der erste »Stampflehm-Baumeister« sein. Nach der Legende kam Fu Yueh auf merkwürdige Weise in sein Amt: Der Kaiser träumte eines Tages so lebhaft von einem weisen und tüchtigen Manne, dass er darüber erwachte und ein Bild von der Traumgestalt anfertigen ließ. Er schickte Boten mit dem Bild des Mannes durch das Land und ließ nach ihm suchen. Die Boten trafen auf Fu Yueh, der der Figur auf dem Bilde glich und gerade mit dem Errichten eines Stampflehm-Hauses beschäftigt war. Diese Szene ist auf

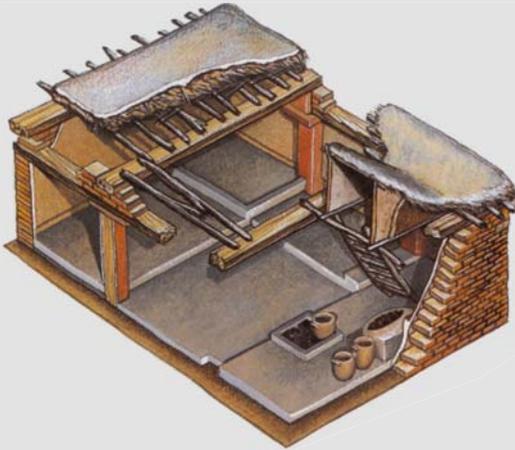


Bild 1-1
Modellskizze eines Lehm-
steinhauses aus Çatal Höyük,
Anatolien/Türkei,
ca. 6.000 v.d.Z. [1.1]



Bild 1-2
Archäologische Grabungs-
stätte Çatal Höyük,
Anatolien / Türkei



Bild 1-3
Konstruktionen aus Lehm-
steinen: Jericho, Palästina/
Israel, ca. 6.000 v.d.Z.



Bild 1-4

Stampflehmbau im Alten China,
Shang-Dynastie ca. 1.320 v.d.Z. [1.2]



Bild 1-5

Herstellung von Lehmsteinen
im Alten China zur Zeit
der Ming-Dynastie [1.33]

dem Bild dargestellt. Er wurde an den Hof be-
rufen und zum Minister ernannt [1.2].

Aber auch die Herstellung und die Verar-
beitung von Lehmsteinen ist in China seit Jahr-
tausenden bekannt. *Bild 1-5* zeigt die Her-
stellung von Lehmsteinen zur Zeit der Ming-Dy-
nastie [1.33].

Das größte und bekannteste Bauwerk Chinas
ist die Große Chinesische Mauer. Es ist zu-
gleich auch das größte Bauwerk, das je von
Menschen errichtet wurde, mit einer heute be-
kannten Gesamtlänge von etwa 50.000 km.
An der Mauer wurde ca. 2.000 Jahre gebaut
und je nach örtlicher Verfügbarkeit Holz,



Bild 1-6

Die Große Chinesische Mauer, Ausschnitt Provinz Gansu, ca. 220 v.d.Z. [1.3]



Bild 1-7

Herstellung von Lehmsteinen im Alten Ägypten, ca. 1.500 v. d. Z. [1.4]; Darstellung im Grabmal des Großwesirs Rechmire, Theben-West



Bild 1-8

Königin Hatschepsut bei der Lehmsteinherstellung aus Nilschlamm, ca. 1.500 v. d. Z. [1.5]



Bild 1-9
Lehmsteingewölbe
nahe Luxor/Ägypten,
ca. 1.300 v.d.Z. [1.6]

Stein und Lehm, auch als gebrannte Ziegel, sowie vegetabilisches Material zur Bewehrung verarbeitet. In *Bild 1-6* ist ein Abschnitt der Mauer aus der Quin-Dynastie dargestellt, der vor 2.200 Jahren aus Stampflehm errichtet wurde [1.3].

Ein klassisches Lehmbauland mit einer ebenfalls Jahrtausende alten Bautradition ist Ägypten. Die jährlichen Hochwasser des Nil brachten fruchtbaren Schlamm aus dem äthiopischen Hochland, der in der Sonne trocknete und dadurch Festigkeit erhielt, bei erneuter Befeuchtung aber wieder plastisch wurde. Diese grundlegende Erkenntnis bildete die Basis für die Herstellung luftgetrockneter Schlammsiegel, deren Haltbarkeit und Festigkeit durch die Zugabe von Sand oder pflanzlichen Fasern erhöht oder durch Brennen sogar noch weiter verbessert werden konnte. Im Alten Testament wird die Verwendung von Strohhäcksel für die Herstellung von Lehmsteinen beschrieben [Exodus 5,7f.; 16.18f].

Bild 1-7 zeigt in einer Darstellung aus der Zeit um 1.500 v.u.Z. die einzelnen technologischen Teilschritte für die Herstellung von Lehmsteinen von der Aufbereitung des Lehms bis zur Verarbeitung [1.4]. Die symbolische Darstellung der zu dieser Zeit herrschenden Königin Hatschepsut als Baumeisterin bei der Herstellung von Lehmsteinen unterstreicht die Bedeutung dieser Tätigkeit, *Bild 1-8* [1.5].

In Ägypten kann man auch den Ursprung des Gewölbebaus mit an der Luft getrockneten Lehmsteinen nachweisen. *Bild 1-9* zeigt ein Lehmsteingewölbe für einen Lagerraum der Grabanlage Ramses II. aus der Zeit um 1.300 v.d.Z. [1.6].

Im Gebiet des holzarmen, aber lehmreichen Zweistromlandes zwischen Euphrat und Tigris, in Afghanistan und Iran belegen archäologische Funde ebenfalls eine Jahrtausende zurückreichende Lehmabautradition. In *Bild 1-10* sind luftgetrocknete Lehmsteine aus verschiedenen Teilen dieser Region dargestellt [1.7]. Sie machen die bereits weit entwickelte Technik der Vorfertigung von Bauelementen deutlich.

In dieser Region wurden auch große religiöse Bauten mit Lehmsteinen errichtet. Sie hatten die Form von Pyramiden und waren in ihren Ausmaßen mit jenen in Ägypten vergleichbar. *Bild 1-11* vermittelt einen Eindruck vom Zustand der Pyramide (Zikkurat) von Chogha Zanbil nach der Restaurierung. Sie wurde errichtet von elamitischen Herrschern um 1500 v.d.Z. im heutigen Iran [1.8]. Auch der Turmbau zu Babel [Altes Testament, Genesis 11,3f.] gehört zu dieser Gebäudekategorie. Er wurde aus gebrannten Ziegeln und luftgetrockneten Lehmsteinen errichtet.

Aus dieser Region sind auch die ältesten, bisher bekannten schriftlichen Regeln zum

Bauen mit Lehm aus der Zeit des babylonischen Herrschers Hammurabi auf gebrannten Tontafeln überliefert. Dieser lebte um 1.800 v. d. Z. [1.9].

Die nach Norden anschließenden zentralasiatischen Steppen- und Wüstengebiete Turkmeniens, Usbekistans und Kasachstans stellen ebenfalls eine Jahrtausende alte Kulturregion dar, in der Lehm als Baustoff verwendet wurde. *Bild 1-12* zeigt Ruinen der antiken Stadt Afrasiab, der Vorgängerin des heutigen Samarkand in Usbekistan, die im 13. Jhdt. während des Mongolensturms durch Dshingis-Khan

vollständig zerstört wurde. Die heutigen Städte Samarkand, Buchara, Chiwa haben eine mehr als 2.500-jährige Geschichte und Lehm-bautradition.

Auch in der sogenannten Neuen Welt, im präkolumbianischen Peru, waren verschiedene Lehmbautechniken bekannt. Für die Sonnenpyramide von Moche (ca. 200–500 u. Z.) mit einem Grundriss von 120 x 120 m wurden nach Schätzungen 130 Millionen luftgetrocknete Lehmsteine verbaut. Die größte Stadt des präkolumbianischen Amerikas Chan Chan hatte im 14./15. Jahrhundert ca. 60.000 Ein-

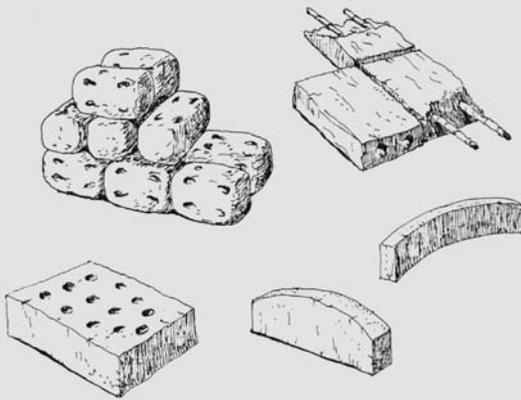


Bild 1-10 Historische Lehmsteine aus Iran/Afghanistan aus dem Zeitraum 600 v. d. Z. – 4. Jhtsd. v. d. Z. [1.7]



Bild 1-11
Zikkurat Chogha Zanbil, Iran, ca. 1.250 v. d. Z. [1.8]



Bild 1-12
Lehmsteinmauern der
Stadt Afrasiab, des heutigen
Samarkand, Usbekistan



Bild 1-13
Ruinen eines Palastes
aus Stampflehm,
errichtet im 13. Jhdt. u.Z.
in Chan Chan im
heutigen Peru [1.8]

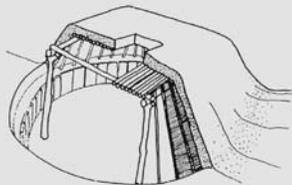
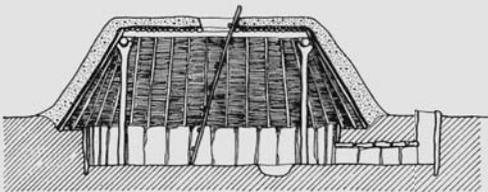


Bild 1-14
Grubenhaus der Pueblo-
Indianer in Nordamerika [1.32]

wohner. Die heute noch 25 km² große Stadt ist von großen Lehmstein-Trümmerbergen bedeckt. Die rechteckig angelegten Stadtviertel waren von hohen Mauern aus Lehmsteinen umgeben. Auch die Stampflehmtechnologie war bekannt.

Bild 1-13 zeigt eine in Stampflehm ausgeführte Wand eines Palastes in Chan Chan, deren Oberfläche mit Friesen verziert ist (13. Jhd. u. Z.) [1.8].

Auch in Nordamerika reicht die Tradition des Hausbaus weit in die Vergangenheit zurück. *Bild 1-14* zeigt ein traditionelles Grubenhaus der Pueblo-Indianer (Arizona, New Mexico) mit einer Stützenkonstruktion aus

Holzstäben für das Flachdach und einem Lehmanschlag als Abdeckung (ca. 2. Jhd. u. Z.) [1.32]. Ursprünglich war dieses »Haus« offensichtlich ebenerdig und diente von der Funktion her als Fallgrube bei der Jagd. Durch Herausheben des Daches konnte man aufrecht darin stehen und es für Wohnzwecke nutzen. Erhalten hat sich aus dieser Zeit der Hauszugang über eine Leiter in einer Dachöffnung. Diese Hauskonstruktion besitzt eine verblüffende Ähnlichkeit mit den neolithischen Lehmsteinhäusern von Çatal Höyük, Anatolien (*Bild 1-1*), die ebenfalls über das Dach »betreten« wurden.

1.2 Lehm- und Ziegelbau als kulturelles Erbe

Im Laufe der Jahrhunderte ist in vielen Teilen der Welt das Wissen um historische Lehm- und Ziegelbautechniken verloren gegangen. »Moderne« Baustoffe wie Beton und Zement beginnen den Lehm auch in den ärmsten Entwicklungsländern zu verdrängen oder haben es bereits getan. Lehm- und Ziegelbau wird hier oft mit Armut gleichgesetzt. Wer es sich leisten kann, baut besonders in städtischen Gebieten mit Beton oder gebrannten Ziegeln. Dennoch hat Lehm als Baustoff in der täglichen Baupraxis vor allem der ländlichen Regionen der Entwicklungsländer bis heute überdauert.

Es ist insbesondere der internationalen Aktivität der Organisationen ICOMOS und CRATERre auf dem Gebiet der Erhaltung traditioneller Lehmarchitektur zu verdanken, dass in vielen Ländern der Dritten Welt das Bauen mit Lehm heute wieder als Teil der eigenen kulturellen Identität verstanden wird. Auf die Erhaltung von historischen Baukonstruktionen bezogen ist die Arbeit von ICOMOS in einer Reihe von spezialisierten Arbeitsgruppen konzentriert, darunter auch das International Committee for Earthen Architectural Heri-

tage ISCEAH für den Bereich des Lehm- und Ziegelbaus (<http://isceah.icomos.org>).

Die Aufnahme von historischen Lehm- und Ziegelbauten in die Liste der Baudenkmale des Weltkulturerbes der UNESCO [1.10] hat in den betreffenden Ländern Anstoß für einen Sinneswandel gegeben: aus vermeintlicher Ärmlichkeit wird allmählich Stolz auf eigene historische bautechnische Leistungen. Von den im Jahr 2004 in die Liste des Weltkulturerbes eingetragenen 563 Baudenkmalen sind 96 oder 17% teilweise oder vollständig aus Lehm, darunter die Große Chinesische Mauer, die Lehm-»Hochhäuser« in Shibam, Jemen oder die berühmte Alhambra in Granada, Spanien.

Mit dem Status eines Baudenkmal verbunden ist die Verpflichtung zur Einhaltung von Grundsätzen zur Erhaltung und Restaurierung der historischen Bausubstanz entsprechend der Charta von Venedig, auf die sich die Teilnehmer des II. Internationalen Kongresses der Architekten und Techniker der Denkmalpflege 1964 verständigt hatten.

Im Umfeld sanierter Lehm- und Ziegelbau-Denkmale entsteht heute in Entwicklungsländern »sanf-

ter« Tourismus, der zu dringend benötigten Deviseneinnahmen führt. Als Beispiel für diese Entwicklung zeigt *Bild 1-15a* Häuser aus Stampflehm in Aït Benhaddou, Südmarokko, die zur Welterbeliste der UNESCO gehören. Diese Gebäude belegen eindrucksvoll die bautechnischen Fähigkeiten und Fertigkeiten ihrer Erbauer. Obwohl diese Bauweise heute noch vor allem in der ländlichen Bevölkerung von älteren Menschen beherrscht wird, gerät sie in Gefahr, vergessen zu werden. Die Ursachen sind in tiefgreifenden Veränderungen des Bauprozesses an sich zu sehen: Während das Bauen früher vor allem Angelegenheit der Dorfgemeinschaft oder Großfamilie war, übernehmen diese Aufgabe heute auch kleine Handwerksbetriebe und Unternehmer gegen Bezahlung.

Um spezielle Lehmbautechniken vor dem Vergessen zu bewahren, ist der Weg zu musealen Einrichtungen, ähnlich unseren Freilichtmuseen, vorgezeichnet. In diesem Zusammenhang ist die Dokumentation gefährdeter historischer Lehmbausubstanz, aber auch traditioneller Techniken als Teil der kulturellen Identität von großer Bedeutung. Als Form könnte ein »Lehmbau-Atlas für traditionelle Lehmbaukonstruktionen« gewählt werden, der typische Lehmbauweisen einer geografischen Region erfasst. In verschiedenen Ländern und

Regionen sind solche »Inventarisierungen« bereits durchgeführt worden, z. B. in Frankreich [1.11], in Portugal [1.12], [1.13], in Tschechien [1.14] und Italien [1.15]. In diesem Zusammenhang wird nicht zuletzt auch die Bedeutung von Bildung und Ausbildung im Lehmbau deutlich.

Der Bewahrung besonders bedrohter Baudenkmale vor weiterem Zerfall oder Zerstörung widmet sich seit mehr als 40 Jahren die Tätigkeit der privaten Organisation World Monuments Fund WMF (www.wmf.org). Besonders bedroht sind Baudenkmale vor allem an isolierten, schwer zugänglichen Orten und in Kriegsgebieten. Die Organisation WMF gibt alle zwei Jahre eine Liste der 100 am meisten gefährdeten Baudenkmale heraus, zuletzt 2008. Damit soll auf die bedrohliche Situation der Baudenkmale aufmerksam gemacht werden, und es sollen weltweit Sponsoren für dringend notwendige Sicherungsarbeiten gefunden werden.

In der WMF-Liste 2008 wird als besonders kritisch die Situation der archäologischen Grabungsstätten im Irak aus der Uruk- und Sumer-Periode (ca. 3.500 v. d. Z.) bezeichnet, die mitten im ehemaligen Kriegsgebiet liegen. Die Wandkonstruktionen dieser städtischen Siedlungen bestehen aus Lehmstoffen (*Bild 1-15b*).

1.3 Historische Entwicklung des Lehmbaus in Deutschland

Vor etwa acht Jahrtausenden drangen Ackerbau und Viehzucht nur zögernd von Südosten über Handelswege nach Mitteleuropa und in das Gebiet des heutigen Deutschland vor. Holz und Lehm zum Hausbau standen fast überall zur Verfügung. Die Hausplanung musste hier jedoch im Vergleich zu den Häusern des östlichen Mittelmeerraums grundlegend verändert werden. Denn hier war es

nicht die Sommerhitze, sondern es waren Niederschläge und die Kälte im Winter, vor denen die Häuser ihre Bewohner und deren Vieh und Vorräte schützen mussten.

Anhand von Pfostenlöchern, die sich als kreisrunde dunkle Verfärbungen vom umgebenden Baugrund abheben, lassen sich heute die Hausstrukturen aus dieser Zeit rekonstruieren. Das Bauprinzip dieser Häuser waren

Bild 1-15 Kulturelles Erbe aus Lehmbaustoffen:



a) UNESCO-Weltkulturerbe: traditionelle Häuser aus Stampflehm in Ait Benhaddou, Südmarokko



b) »World Monuments in Danger 2008 (WMF)«:
städtische Siedlungen aus der Sumer-Periode (ca. 3.500 v. d. Z.)
aus Lehmbaustoffen im ehemaligen Kriegsgebiet des Irak (www.wmf.org)

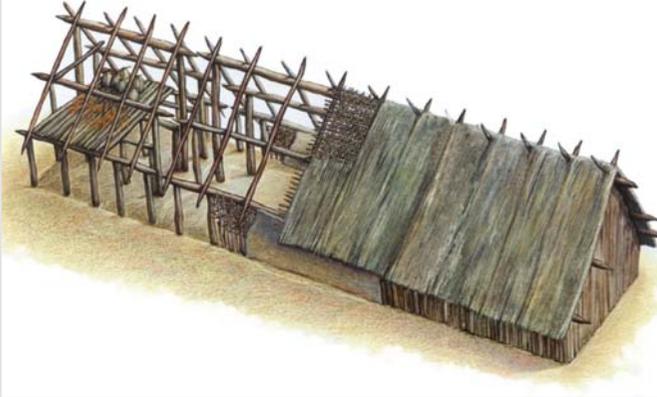


Bild 1-16
Langhaus der
mitteleuropäischen
Waldbauern
ca. 4.000 v.d.Z. [1.1]



Bild 1-17
Modell eines
jungsteinzeitlichen
Langhauses in
Pfostenbauweise
mit Lehmewurf,
Thüringisches
Landesamt für
Archäologie und
Denkmalpflege,
Weimar [1.16]

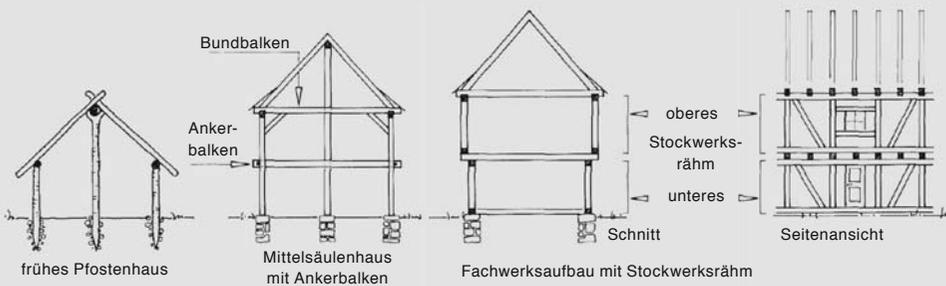


Bild 1-18
Entwicklung der Tragstrukturen vom Pfostenhaus zur Fachwerkkonstruktion [1.19]

Pfostenkonstruktionen mit einem Geflecht aus Zweigen als Tragskelett für einen Bewurf aus Strohlehm (*Bild 1-16*) [1.1]. Rekonstruktionen dieser frühen Holzständerbauten kann man heute in verschiedenen Freilichtmuseen besichtigen, in Thüringen z.B. in Oberdorla oder im Thüringischen Landesamt für Archäologie und Denkmalpflege in Weimar (*Bild 1-17*) [1.16].

Im Zuge des Neubaus der BAB 71 wurde bei Erfurt-Gispersleben erst kürzlich eine der bisher größten jungsteinzeitlichen Siedlungen in Mitteleuropa aus der Zeit ca. 4.500 v.d.Z. archäologisch nachgewiesen. Hausstrukturen aus etwa der gleichen Zeit entdeckte man beim Aushub der Baugrube für das Tiefenmagazin der Herzogin Anna Amalia Bibliothek im Stadtzentrum von Weimar. Eine Studienarbeit an der Bauhaus-Universität Weimar in Kooperation mit dem Thüringischen Landesamt für Archäologische Denkmalpflege beschäftigte sich mit historischen Aspekten des Lehmbaus aus dieser Zeit [1.16].

Das älteste schriftliche Zeugnis über das Bauen mit Lehm in Deutschland findet sich in dem Bericht »Germania« des römischen Schriftstellers Tacitus aus der Zeit um etwa 100 u.Z. Nach dieser Beschreibung waren die Häuser den ca. 4.000 Jahre älteren Häusern der frühen Waldbauern noch recht ähnlich. Ihre Wände bestanden aus Holzpfeilern, die in den Baugrund eingerammt oder eingegraben wurden. Die Öffnungen zwischen den Pfeilern wurden mit einem Flechtwerk aus Weidenruten ausgefüllt und mit einem breiig aufbereiteten Strohlehm-Gemisch raumumschließend überzogen.

Aus diesen Pfostenhäusern mit Flechtwerk-wänden und Lehmewurf hat sich später vermutlich eine tragende Lehm-Bauweise entwickelt, die heute in Mitteldeutschland als *Wellerlehm-Bauweise* bekannt ist. Der Lehmewurf umhüllte, wahrscheinlich als Folge ständiger Reparaturen über die Nutzungsdauer des Gebäudes, aber auch aus Gründen des

Brandschutzes, die tragenden Pfosten mit dem Flechtwerk schließlich mehrere Dezimeter stark, so dass irgendwann die Funktion der Tragstruktur auf den Lehm-Baustoff überging und man auf Pfosten und Flechtwerk ganz verzichtete.

Diesen allmählichen Übergang hat BEHM-BLANCKE [1.17] für die Region um Weimar auf die Zeit nach dem 9. Jhd. u.Z. datiert. So wurden Reste einer massiven Lehmwand vermutlich in Wellerlehm-Bauweise aus dem 10./11. Jhd. an einem frühmittelalterlichen Gehöft im Stadtgebiet von Weimar nachgewiesen [1.18]. Ab dieser Zeit ist die Verwendung von Kalksteinplatten für Wandsokkel belegt. In den Sockelplatten konnten keine Vertiefungen für die Aufnahme von Holzständern nachgewiesen werden, dafür aber »abgestürzter« Lehm, der die Platten umgab, so dass von »tragenden« Lehmwänden ausgegangen wird. In der archäologischen Literatur wird in diesem Zusammenhang von »Stampfwänden« gesprochen. Wahrscheinlicher sind jedoch Wellerwände. Der schalungsgebundene Stampflehm-Bau setzte sich in Deutschland erst um die Wende des 18./19. Jhdts. durch.

Das bislang älteste bekannt gewordene Beispiel für eine tragende Lehmstein-Bauweise nördlich der Alpen ist die Heuneburg an der Donau südwestlich von Ulm aus der Zeit um 500 v.d.Z. Sie entstand vermutlich unter keltischem Einfluss, also noch lange vor der römischen Besetzung. Denkbar sind aber auch Verbindungen über die Donau zur griechischen Baukultur, denn hier war die Verarbeitung von Lehmsteinen zu tragenden Wandkonstruktionen bereits seit langem bekannt.

Eine zweite Entwicklungsrichtung der neolithischen Flechtwerk-wände mit Lehmewurf führt zu den Fachwerkkonstruktionen. Die Fachwerk-Bauweise mit regional unterschiedlichen stilistischen Ausprägungen charakterisierte über Jahrhunderte bis in die Gegenwart das architektonische Erscheinungsbild städti-

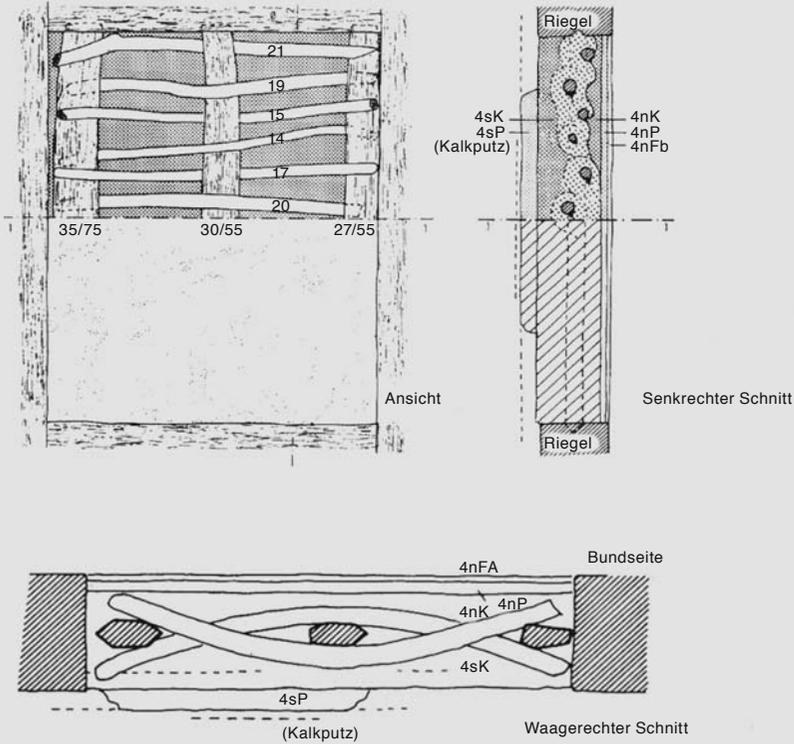


Bild 1-19 Gotisches Haus Limburg/Lahn (1289), Flechtwerk und Strohlehmaufträge [1.20]



Bild 1-20
Darstellung des Kleibers Hans Pühler (gest. 1608 in Nürnberg) aus dem Stadtarchiv Nürnberg [1.21]

scher Siedlungen und ländlicher Räume in Deutschland und anderen europäischen, aber auch asiatischen Ländern. *Bild 1-18* verdeutlicht die Entwicklung des tragenden Holzskelettes vom frühen Pfostenhaus mit Firstsäule, Flechtwerk und Lehmewurf über das Mittelsäulenhaus mit Ankerbalken bis zum Fachwerksaufbau mit Stockwerksrähm [1.19].

Die in den Baugrund eingesetzten, frei stehenden Holzpfosten wurden wegen der Fäulnisgefahr aus dem Boden herausgehoben und schließlich auf ein Fundament aus Steinplatten gesetzt. Aus dem Pfostenhaus wurde ein Ständerhaus. Durch den Wegfall der Einspannwirkung des Baugrundes wurden nun die einzelnen Bauteile Längswand, Querwand, Decke und Dach als scheibenartige, selbsttragende Systeme aus miteinander verzapften senkrechten Ständern, horizontalen Schwellen und Riegeln und schräg gestellten Streben ausgebildet. Die Öffnungen zwischen den vertikalen, horizontalen und schräg gestellten Hölzern, die Gefache, wurden wie bei den frühen Pfostenbauten mit einem Flechtwerk aus Staken und biegsamen Zweigen ausgefüllt und mit Strohlehm verschlossen.

Eine ganze Reihe verschiedener Ausfachungstechniken ist heute noch belegbar. *Bild 1-19* zeigt von VOLHARD [1.20] durchgeführte Gefachanalysen in einem Fachwerkhaus aus dem Jahr 1289, dem Gotischen Haus in Limburg a. d. Lahn. Deutlich ist die Art des Antrags der Strohlehm-Mischung zu erkennen.

Das Aufstreben der Städte in Mitteleuropa etwa ab dem 12./13. Jhd. führte zu Mangel an Bauplätzen und damit zur Notwendigkeit der Ausbildung eines zweiten Geschosses. Bevölkerungswachstum und damit verbundene Stadtbrände, aber auch Kriegszerstörungen bewirkten die Verknappung von Holz als bevorzugtem Baustoff, so dass Lehm als »feuerfestes«, fast überall verfügbares Material an Bedeutung gewann. Diese Tatsache fand ihren Ausdruck auch in der Bildung eigener Zünfte, die

in etwa heutigen Handwerkskammern entsprechen. *Bild 1-20* zeigt den »Claiber« Hans Pühler, gest. 1608 in Nürnberg, auf einer Darstellung aus dem Stadtarchiv Nürnberg [1.21]. Erhalten geblieben ist aus dieser Zeit der Familienname »Kleiber« als alte Bezeichnung für den Beruf des Lehmbauers.

Die zunehmende Holzknappheit wurde zu einer maßgeblichen Triebkraft für die Entwicklung des Lehmbaus in Mitteleuropa, was auch durch schriftlich fixierte Bauregelungen nachzuvollziehen ist. Um den Verbrauch von Bauholz einzuschränken, forderte die sächsische »Forst- und Holzordnung« von 1560 ein Erdgeschoss aus Stein oder Lehm. Nach der 1575 erlassenen »Generalbestallung für die Forstbedienten« sollte nur dann Bauholz freigegeben werden, wenn das Erdgeschoss »nicht von Steinen oder Lehmwellerwänden« gebaut werden konnte. Die Ernestinische Landesordnung von 1556 verbot in Thüringen die reine Holzbauweise und erlaubte nur noch Neubauten aus Fachwerk, Wellerlehm, Ziegeln oder Steinen [1.18]. In *Bild 1-21* ist ein Erlass des sächsischen Kurfürsten Friedrich August aus dem Jahre 1786 zu sehen, den Bau von Wellerwänden betreffend [1.22]. Ähnliche Vorschriften zum Lehmbau sind bekannt aus Preußen (1764) oder aus Österreich (1753), hier zur Verwendung ungebrannter (»ägyptischer«) Ziegel [4.16].

Der französische Baumeister und Architekt François Cointereaux veröffentlichte Ende des 18. Jhdts. eine Reihe von Schriften, die die in Frankreich vorhandenen Erfahrungen zum Stampflehm (frz. *Pisé*) zusammenfassten und damit die Entwicklung des Stampflehmbaus auch in Deutschland maßgeblich beeinflussten [1.23]. Ausführlich werden Baustoff, Technologie und Konstruktion dargestellt und als eine Einheit behandelt. Hinweise zur Aufbereitung und Verarbeitung der Lehmstoffe sowie eine detaillierte Beschreibung der dazu erforderlichen Geräte und Arbeitsmittel

Dessen Generale,
das Bauern mit Wellerwänden betreffend, vom 8. August 1786.

No. 1786. Friedrich August, Herzog zu Sachsen u. Erbprinz u. c.

Generale In dem an sämtliche Erbh. Hauptstädte und die
Sorrh.ämter erlassenen Generalw. vom 2. Aug.
1763. *) ist bereits unter andern vorgeschrieben, daß
die Ausführung neuer Gebäude mit hölzernen Schra-
den weiter nicht zu gestatten, vielmehr darauf zu se-
hen sey, damit das untere Stockwerk derrer Wohn-
gebäude, meistens die Schreunen und Ställe, wo
möglich, von Steinen aufgeführt, oder doch mit Zie-
geln aufgesetzt oder allenfalls gestrichet, oder auch, nach
Gelegenheit des Orts, sogenannte Wellerwände
von Lehm gefertigt werden sollen.

Die Bauart Aber laßen es hierbey noch ferner bemerken,
daß überdies und wollen besonders an benannten Orten, wo das
Material an Lehm zu erlangen ist, und hingegen
ke, wo der
erforderliche
Lehm zu er-
langen ist, allgemeiner eingeführt werden, begehren daher uns
mit 1786. *) C. A. cont. Bbh. I. S. 1531.

durch gnädigst, und befehlen, ihr wollet in vorer-
menden Fällen die Unterthanen auf obige Vorschriften, als
aufmerksam machen, auch diejenigen, welche Bau-
holz aus andern Gegenden bekommen, dahin, daß
sie die neu aufzuführenden Gebäude meistens mit
hölzernen Wellerwänden zu errichten, auch die
Dachung von Lehmstreben zu veranstalten und
dieszu sich verbindlich zu machen haben, ansehn,
dennoch in solchen Fällen, wo wegen unentgeltlich
der Abgabe von Bauholzern Bericht zu erlangen
ist, wenn diese Bauart in einem oder andern angeto-
nen Falle nicht anwendbar wäre, solches sammt den Ur-
sachen bekennt mit anmerken. An dem geschiedten Unter-
Walle und Nennung. Gegeben zu Dresden, am
8. Aug. 1786.

Aus dem geheimen Finanz-
Collegio.
Zu
die Sorst.ämter.

Bild 1-21

Verordnung des sächsi-
schen Kurfürsten
Friedrich August aus
dem Jahre 1786,
den Bau von Weller-
wänden betreffend
[1.22]



Bild 1-22

David Gilly, preußischer Landbaumeister und
Förderer des Lehmbaus, nach einer
Darstellung v. L. W. Chodowiecki, 1790 [1.22]



Bild 1-23

Sechsgeschossiges Wohnhaus
aus Stampflehm in Weilburg a. d. Lahn,
errichtet um 1830 durch W. J. Wimpf

machen diese Schriften zum ersten modernen »Fachbuch« des Lehmbaus.

In Berlin war es vor allem der Königlich-Preußische Oberbaurat David Gilly, der zur Verbreitung dieser Bauweise in Preußen und Schlesien beitrug. *Bild 1-22* zeigt Gilly auf einem zeitgenössischen Stich von Ludwig Wilhelm Chodowiecki aus dem Jahre 1790 [1.22]. Unter dem Einfluss dieser Schriften führte in Hessen Baurat Wimpf mehrgeschossige Wohnhäuser in Stampflehmbauweise aus. Ein sechsgeschossiges, um 1830 in Weilburg/Lahn errichtetes Wohngebäude ist heute noch voll funktionstüchtig (*Bild 1-23*).

Grundlegende technische Neuerungen bei Feuerungsanlagen und im Maschinenbau im 19. Jhdt. hatten auch tiefgreifende Veränderungen in der Bauindustrie zur Folge: Die massenhafte Förderung von Stein- und Braunkohle für moderne Brennöfen und die spätere Umstellung auf Gas- und Ölfeuerung führte zur Industrialisierung der Ziegelherstellung. Die Entwicklung der Zementindustrie und damit auch die der Baustoffe Beton und Stahlbeton wäre ohne den Übergang von der Holz- zur Kohlefeuerung (später Öl und Gas) nicht möglich gewesen.

Das Ziel war die Erhöhung der Festigkeiten der Baustoffe und damit die Verringerung der erforderlichen Dimensionen der Bauteile für denselben Zweck. Dies gelang vor allem mit der Kombination der Baustoffe Stahl und Beton. Es gelang aber nicht, auch Lehmstoffe mit ihren begrenzten Festigkeiten, außerdem noch mit dem Mangel der Wasserempfindlichkeit behaftet, dieser Entwicklung anzupassen. Lehm als Baustoff wurde deshalb mehr und mehr zurückgedrängt und verlor schließlich ganz an Bedeutung.

Jeweils während und nach beiden Weltkriegen des 20. Jahrhunderts erlangte Lehm als Baustoff nochmals Bedeutung, vor allem aber deshalb, weil Industrieanlagen zur Herstellung von Baustoffen weitgehend zerstört waren und

Transportmöglichkeiten nicht zur Verfügung standen.

Der »Nachkriegs«-Lehmbau hatte für das Gebiet der ehemaligen DDR besondere Bedeutung: zu den Millionen obdachlos gewordener Menschen kamen weitere Millionen Flüchtlinge aus den als Kriegsfolge verlorenen Ostgebieten hinzu. Binnen kurzer Zeit musste mit den vorhandenen Baustoffen, dazu gehörte auch der Lehm, Wohnraum geschaffen werden. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang der Befehl Nr. 209 der Sowjetischen Militärverwaltung, nach dem 200.000 Neubauernhäuser errichtet werden sollten, davon mindestens 40 Prozent aus natürlichen und örtlich verfügbaren Baustoffen.

Wieder wurde der Baustoff Lehm Gegenstand staatlicher Verordnungen, aber auch Hochschulen befassten sich nun mit diesem Material. Aus dieser Zeit sind in Ostdeutschland vor allem Projekte für Neubauernhöfe und -siedlungen in verschiedenen Lehmbauweisen bekannt, die an der Hochschule für Baukunst und bildende Künste Weimar, einer Vorgängerin der heutigen Bauhaus-Universität, ausgearbeitet wurden [1.24]. Die *Bilder 1-24* und *1-25* zeigen zwei verschiedene Typen als realisierte Beispiele: Fachwerkbauweise mit Lehmstein-Ausfachung und massive Lehmsteinbauweise [1.25]. Aus der gleichen Hochschule stammen die Entwürfe für zweigeschossige Wohnhäuser in Stampflehmbauweise, darunter ein 1951 in Gotha ausgeführtes 18-Familien-Haus [1.26]. *Bild 1-26* zeigt ein saniertes Mehrfamilienhaus aus Stampflehm aus den 1950er Jahren in Mücheln im Geiseltal bei Merseburg mit einem Wandfries, in dem die Lehmbauweise der Erbauungszeit dargestellt wird.

Die Geschichte des Lehmbaus in der ehemaligen Sowjetischen Besatzungszone und der späteren DDR wurde von RATH [1.27] aufgearbeitet.