



Achim Pilz [Hrsg]

# Lehm im Innenraum

Eigenschaften, Systeme, Gestaltung



Fraunhofer IRB  Verlag

Christine Ax | Eckhard Beuchel | Marius Bierig | Rolf Canters  
Peter de Kleine | Hagen Ehlert | Manfred Fahnert | Michael Figgemeier  
Christine Fritzenwallner | Irmela Fromme | Peter Gmeiner | Lothar Grün  
Manfred Krines | Klaus Otte | Achim Pilz | Martin Rauch  
Ulrich Röhlen | Thomas Schmitz-Günther | Manfred Speidel  
Franz Volhard | Sylvie Wheeler

# Lehm im Innenraum

Gestaltung, Bauphysik, Konstruktion

Bibliografische Information der Deutschen  
Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet  
diese Publikation in der Deutschen National-  
bibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.  
ISBN: 978-3-8167-8109-7

Lektorat:  
Sigune Meister, Susanne Jakubowski

Herstellung:  
Dietmar Zimmermann

Umschlaggestaltung:  
Martin Kjer

Satz:  
Mediendesign Späth, Birenbach

Druck: Druckpartner Rübelmann, Hemsbach

Für den Druck des Buches wurde chlor- und  
säurefreies Papier verwendet.

Lehm unterliegt natürlichen Rohstoffschwankun-  
gen und die jeweiligen Baustellenbedingungen  
können variieren. Die anerkannten Regeln der  
Bautechnik, einschlägige Normen, Richtlinien  
sowie handwerkliche Regeln müssen beachtet  
werden. Im Zweifelsfalle sind Probeflächen von  
aussagekräftiger Größe anzulegen.  
Die Beiträge entsprechen dem Stand der Technik.  
Ein Rechtsanspruch kann daraus nicht abgeleitet  
werden.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile  
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die  
über die engen Grenzen des Urheberrechtsgeset-  
zes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung  
des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und straf-  
bar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen,  
Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die  
Speicherung in elektronischen Systemen.  
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und  
Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht  
zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen  
im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-  
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und  
deshalb von jedermann benutzt werden dürften.  
Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf  
Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN,  
VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen  
zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für  
Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität über-  
nehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die  
eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften  
oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung  
hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2010  
Fraunhofer-Informationszentrum  
Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon (0711) 9 70-25 00  
Telefax (0711) 9 70-25 08  
E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
<http://www.baufachinformation.de>

# Inhaltsverzeichnis

Dank	5
<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
Achim Pilz	
1.1 Oberfläche mit Tiefe	11
1.2 Eigenschaften des Baustoffs	11
1.3 Bauliche Aspekte – Vernetzung der Buchbeiträge	12
<b>2 Grundlagen</b>	<b>15</b>
Michael Figgemeier	
Lehm – Baustoff	15
<b>3 Bauphysik</b>	<b>27</b>
Franz Volhard	
3.1 Lehm – feucht oder trocken? Lehmbaustoffe und Raumklima	27
Hagen Ehlert	
3.2 Wandheizungen im Lehmbau	35
Achim Pilz und Rolf Canters	
3.3 Innendämmung mit Lehmkomponenten	43
<b>4 Nachhaltigkeit</b>	<b>49</b>
Thomas Schmitz-Günther	
4.1 Wie ökologisch sind industriell hergestellte Lehmbaustoffe?	49
Manfred Krines	
4.2 Lehm – Natur pur?	51
Lothar Grün	
4.3 Mikrobielle Belastungen – vermeidbare und unvermeidbare	56
Eckhard Beuchel	
4.4 Verwendung und Aufbereitung von anstehendem Lehm	61
Christine Ax	
4.5 Lehm und Handwerk – eine zukunftsfähige Verbindung	64

	Marius Bierig	
<b>4.6</b>	<b>Hilfe zur Eigenleistung – Ein Weg zum kostengünstigen Bauen mit Lehm</b>	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>Lehmoberflächen in Innenräumen</b>	<b>73</b>
	Franz Volhard	
<b>5.1</b>	<b>Lehmsichtigkeit im Innenraum in der Historie</b>	<b>73</b>
	Historische Lehm- und Kalkputze	
	Irmela Fromme	
<b>5.2</b>	<b>Traditionelle Lehmputze</b>	<b>77</b>
<b>5.3</b>	<b>Die Renaissance der Lehmputze als Folge der Ökologiebewegung</b>	<b>79</b>
<b>5.4</b>	<b>Farbige Lehmputzflächen</b>	<b>81</b>
<b>5.5</b>	<b>Lehmanstriche und Lasuren</b>	<b>82</b>
<b>5.6</b>	<b>Schlussfolgerungen für die Anwendung</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>Moderne Rezepturen – Feinputze und Lehmfarben</b>	<b>87</b>
	Achim Pilz	
<b>6.1</b>	<b>Historische Zuschläge und Zusätze</b>	<b>87</b>
<b>6.2</b>	<b>Produktinnovationen</b>	<b>87</b>
<b>6.3</b>	<b>Modifizierende Zusätze</b>	<b>87</b>
<b>6.4</b>	<b>Einblick in die Struktur</b>	<b>88</b>
<b>7</b>	<b>Lehmputze: Ausführungstechniken</b>	<b>93</b>
	Irmela Fromme	
<b>7.1</b>	<b>Putzuntergründe</b>	<b>93</b>
<b>7.2</b>	<b>Putzaufbau und Mischungen</b>	<b>95</b>
<b>7.3</b>	<b>Putzausführung</b>	<b>96</b>
<b>7.4</b>	<b>Anstriche auf Lehmputzen</b>	<b>97</b>
<b>7.5</b>	<b>Details</b>	<b>100</b>
<b>7.6</b>	<b>Mängel und Schäden</b>	<b>102</b>
<b>8</b>	<b>Farbige und gestaltete Lehmputze</b>	<b>107</b>
	Irmela Fromme	
<b>8.1</b>	<b>Farbigkeit und Gestaltung</b>	<b>107</b>
<b>8.2</b>	<b>Oberflächenbearbeitung</b>	<b>111</b>
<b>8.3</b>	<b>Schmuckelemente und -flächen</b>	<b>114</b>
<b>8.4</b>	<b>Anwendung im Innenraum</b>	<b>120</b>

<b>9</b>	<b>Inspirationen – Farbe, Material, Oberfläche</b>	<b>127</b>
	Manfred Speidel	
9.1	<b>Lob des Lehms – Lehm in Japan</b>	<b>127</b>
	Sylvie Wheeler	
9.2	<b>Inspirationen aus dem fernen Osten</b>	<b>132</b>
	Manfred Fahnert	
9.3	<b>Lehm in einem arabischen Kontext</b>	<b>135</b>
	Eckhard Beuchel	
9.4	<b>Haptische Oberflächen, skulpturale Öfen</b>	<b>140</b>
	Martin Rauch	
9.5	<b>Stampflehm als Gestaltungsmittel</b>	<b>142</b>
	Peter de Kleine	
9.6	<b>Erdfarben – Zeugen des Lichts und der Finsternis</b>	<b>147</b>
	Klaus Otte	
9.7	<b>Lehm – Urstoff der Religion</b>	<b>162</b>
<b>10</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>165</b>
	Ulrich Röhlen	
10.1	<b>Die neuen Lehm bau Regeln</b>	<b>165</b>
10.2	<b>Das neue Technische Merkblatt »Anforderungen an Lehmputze« und seine Bedeutung für Architekten und Planer</b>	<b>170</b>
<b>11</b>	<b>Meilensteine</b>	<b>177</b>
	Achim Pilz	
11.1	<b>Feinputz: Museum Kolumba, Köln – Peter Zumthor</b>	<b>177</b>
11.2	<b>Lehmsteine: Ecolut Center, Engelskirchen – Mekus Architekten, Bernhard Bramlage Architekten Fokus Lehmsteine</b>	<b>182 191</b>

	Christine Fritzenwallner	
11.3	<b>Lehm-Gipsputz:</b> Wohnung Manderscheid, Tübingen – Nassal und Wiehl, Manderscheid Architekten	194
	Achim Pilz	
	Fokus mineralisch stabilisierte Produkte	200
11.4	<b>Moderne Lehmbaumstoffe:</b> Sanierung Sandberghof, Darmstadt – Schauer + Volhard	202
11.5	<b>Lehm und Schilfdämmung:</b> Revitalisierung Schulhaus, Murrhärle – Rolf Canters	209
11.6	<b>Trockenbau:</b> Forum Chriesbach, CH-Zürich – BGP-Architekten	214
	Peter Gmeiner	
	Fokus Lehmbaumplatten	220
	Achim Pilz	
11.7	<b>Stampflehm:</b> Wohnhaus, A-Schlins – Boltshauser Architekten, Martin Rauch	226

### Lehmbaumstoffe im Fokus

	Stampflehm	142
	Lehmsteine	191
	Mineralisch stabilisierte Produkte	200
	Lehmbaumplatten	220

### Anhang

	Literatur und Bildnachweise	233
	Autorenverzeichnis	239
	Sachverzeichnis	243





# 1 Einleitung

*Achim Pilz*

## 1.1 Oberfläche mit Tiefe

Lehm ist ein ideales Baumaterial für Alt- und Neubauten.

Mit ihm wurde und wird weltweit gestaltet. Erst mit der Industrialisierung des Bauens sind viele historische Lehmbauten, ob Fachwerkhäuser, Pisé- oder Wellerbauten zerstört worden. Heute jedoch steigt die Anzahl der Gebäude wieder, in denen er eine ästhetische, bauphysikalische oder nachhaltige Rolle spielt. Nach einer jahrzehntelangen Optimierungsphase im ökologischen Bauen kommt er wieder an die Oberfläche. Viele Menschen entdecken das archaische Material mit seinen mineralischen und pflanzlichen Bestandteilen wieder neu. Es hat einen mineralischeren Charakter als Sichtbeton, vermittelt mehr Wärme und Geborgenheit als eine Le Corbusier-Liege mit Kuhfell und ist dauerhafter als Glas und Stahl, denn es rostet nicht und kann einfach wiederverwertet werden.

Lehm ist krisensicher, da er lokal vorhanden ist. Gerade mit der architektonischen Moderne, die »Licht und Luft zur Form verdichtet« [1], zeigt er seine Vorteile. Er ergänzt ihre Materialien Beton, Metall und Glas. In Verbindung mit anderen Naturbaustoffen schafft er ein gesundes Umfeld.

Lehm ist modern! Aber was für Lehm – plastische Erde oder hauchdünne Oberfläche?

Lehm ist vielseitig. Böden bekommen mit ihm eine fundamentale Erdigkeit, Wände erhalten eine mineralische Farbigkeit, Decken vermitteln Schutz. Er wird eingesetzt als spektakulärer Stampflehm, rationell zu verarbeitende Lehmplatten und Lehmsteine sowie wohngesunde Lehmputze und Lehmfarben.

Mit Lehm wird heute wieder gekonnt geplant und gestaltet. Zunehmend gibt es Architekten, die seinen Qualitäten vertrauen, Handwerker, die ihn gerne handhaben, Wissenschaftler, die ihn erforschen, und Hersteller, die reine Ausgangsprodukte für alte Rezepturen verwenden und diese auch modifizieren. In dem vorliegenden Buch haben Spezialisten aus all diesen Professionen ihre Erfahrungen zusammengefasst. Mit hohem Engagement bilden die Autoren den Stand der Technik ab. Neu entwickelte Lehmstoffe und herausra-

gende Lehmprojekte werden hier vorgestellt. Dabei bilden die Lehmputze, deren Gestaltung und ihre Verarbeitung die Schwerpunkte. Lehmputze sind am differenziertesten entwickelt und werden am häufigsten verarbeitet.

Dass mit der Wiederbelebung der Lehmkultur auch ein neues Verständnis von organischem Bauen, fern alter Formalismen entsteht, ist im Museum Kolumba des Pritzker Preisträgers Peter Zumthor zu erahnen. Es gleicht einem gegossenen Mineral: massiv mineralische Außenwände; im Inneren Lehmputz, der je nach Licht zwischen hellem Anthrazit und Ocker changiert, glänzender Terrazzo und leicht wolkige Mörteldecken.

## 1.2 Eigenschaften des Baustoffs

Betrachtet man Lehmstoffe aus dem ursprünglichen Naturstoff (Definition siehe Kap. 4.2), kann grundsätzlich ihre physikalische Bindung und die Einlagerung von Wasser als größter Vorteil gewertet werden. Daraus folgen:

- einmalig gute Verarbeitbarkeit
- gute Wiederverwendbarkeit
- hohe Sorptionsfähigkeit
- gute Feuchteleitfähigkeit
- geringe Ausgleichsfeuchte

Die durch Wasser wieder zu lösende Bindung ist allerdings auch der größte Nachteil von Lehm. Dadurch sind Lehmstoffe empfindlich gegenüber Wasser und Feuchte.

- Fließendes Wasser zerstört einen konstruktiven Verbund innerhalb kurzer Zeit.
- Während der Bauzeit muss er sorgfältig vor Wasser geschützt werden.
- Da er mehr oder weniger Wasser einlagert, quillt er. Beim Trocknen schrumpft er wieder und es können konstruktiv wirksame Risse entstehen.
- Viele moderne Lehmputze bleiben auch nach dem Trocknen noch relativ weich.
- Es muss materialgerecht geplant werden.

Bei optimierten Lehmstoffen spielt die Feuchteempfindlichkeit die gleiche Rolle wie bei ande-

ren Baustoffen. Denn prinzipiell müssen alle Baustoffe trocken gehalten werden. Die Eigenschaften von Lehmstoffen lassen sich einstellen, je nachdem, welcher bauliche Aspekt im Vordergrund steht.

### 1.3 Bauliche Aspekte – Vernetzung der Buchbeiträge

#### Vom Naturmaterial zum Lehmstoff

Lehm ist nicht gleich Lehm. Die Eigenschaften des Rohstoffs variieren stark mit dem in ihm enthaltenen Tonmineral (Kap. 2). In Lehmstoffen spielen daneben Zuschläge und Zusätze eine große Rolle (Kap. 6). Heute werden Lehmstoffe für den Trockenbau (Kap. 11.6), für Sanierung und Neubau von Holzbauten (Kap. 11.2) sowie für neue Einsatzgebiete (Kap. 11.3) hergestellt. Sie sind wunderbar vielseitig und werden aus bauphysikalischen, nachhaltigen oder ästhetischen Überlegungen eingesetzt. Ein neues Regelwerk schafft Planungssicherheit.

#### Bauphysik

Je nach Rohdichte, enthaltenen Tonmineralen, weiteren Bestandteilen und Verarbeitung können die bauphysikalischen Eigenschaften von Lehmstoffen stark variieren. Ihre Eigenschaft Feuchtigkeit zu puffern, ist sicher die wertvollste, wenngleich sie auch unterschiedlich interpretiert wird: Minke etwa betont eine befeuchtende Wirkung auf die Raumluft [2]. Die anschließende Zusammenfassung von Figgemeier (Kap. 2) stehen in dieser Tradition, aus Sicht eines gesunden Innenraumklimas zu argumentieren.

Volhard hingegen stellt die entfeuchtende Wirkung und den Schutz der Konstruktion in den Vordergrund (Kap. 3.1). Damit argumentiert er aus architektonischer Sicht. Zudem relativiert er die befeuchtende Eigenschaft von Lehmstoffen gegenüber anderen offenporigen, kapillaraktiven Baustoffen.

Beide Perspektive werden umgesetzt:

Dass Lehmstoffe das Innenraumklima verbessern, indem sie beispielsweise eine kontrollierte Raumlüftung oder eine Klimaanlage unterstützen, zeigen Projekte wie das Forum Chriesbach (Kap. 11.6) und das Museum Kolumba (Kap. 11.1).

Lehm, der die Konstruktion entfeuchtet, spielt seit Generationen eine wichtige Rolle im Holzbau. Dort schützt er angrenzendes Holz sowohl vor abbauenden Pilzen wie vor zerstörenden Insekten, die eine weitaus höhere Feuchtigkeit als seine Ausgleichsfeuchte benötigen. Bei Sanierung hält er anfallende Kondensationsfeuchte von Konstruktion und Dämmstoffen fern (Kap. 11.4). Er wird deshalb gerne in Kombination mit Innendämmungen eingesetzt (Kap. 3.3). Auf robuste Weise schließt er Flächen luftdicht und diffusionsoffen (Kap. 11.5).

Beide Perspektiven verbindet der Einsatz von Lehmstoffen, um Innenräume zu entfeuchten. Räume mit wenig Speichermasse für Feuchtigkeit, wie moderne Bäder oder Schlafzimmer, haben mitunter einen reduzierten Luftaustausch. Hier kann Lehm helfen, produzierte Feuchte auf längere Zeit zu verteilen, Feuchtespitzen zu dämpfen und Schwitzwasser zu verhindern. Damit hält er die Oberflächen trocken und hygienisch.

Durch eine Vertiefung des Verständnisses der Sorptionseigenschaften von Lehmstoffen wird in Zukunft auch das Klimadesign von Räumen und der Schutz der Konstruktion verbessert werden.

#### Nachhaltigkeit

Betrachtet man ökonomische, ökologische und soziale Aspekte, weist Lehm auch heute noch viele Vorteile auf. Einmalig ist auch hier wieder seine physikalische Bindung. Die daraus folgende Wasserlöslichkeit bewirkt, dass er wieder verwendbar ist. Zudem sind Umbauten oder Nutzungsänderungen mit geringem Aufwand möglich. Nachhaltig ist auch sein geringer Primärenergieverbrauch: Ursprünglich kommt Lehm aus der Region (Kap. 4.4). Überall gibt es Vorkommen. Das reduziert Verkehr. Auch heute noch wird bei der Verarbeitung zu Produkten relativ wenig fossile Energie benötigt. Investiert werden muss stattdessen in Handwerk-

lichkeit – ein soziales Vorgehen (Kap. 4.5). In Kooperation mit Handwerkern werden Gebäude zudem hochwertiger. Mit Lehm können auch Nutzer zu Handwerkern werden. Er lädt geradezu zur Selbsthilfe ein (Kap. 4.6).

Die ökologische Qualität von modernen Lehm-Baustoffen variiert (Kap. 6). Von neuen Bestimmungen geforderte, exakte Kennzeichnungen (Kap. 5.2) und Siegel (Kap. 5.1) garantieren einen hohen Standard. Beim Nutzerkomfort – nach dem neuen Gütesiegel für nachhaltiges Bauen [3] ebenfalls ein Nachhaltigkeitskriterium – schneidet Lehm ganz besonders gut ab. Er ist ungiftig und enthält keine Schadstoffe (Kap. 5.2). Trocken oder erdfeucht aufbereitet benötigt er keine Konservierung, was für Allergiker und Menschen mit multipler Chemikaliensensibilität (MCS) wichtig ist. Um einen Schimmelbefall auszuschließen, muss beim feuchten Einbau allerdings darauf geachtet werden, dass er zügig trocknen kann (Kap. 5.3). Denn das Anmachwasser wird nicht in die mineralische Struktur integriert und muss gänzlich wieder austrocknen.

Da getrockneter Lehm entfeuchtet, reduziert er auch Gerüche. Bei einer rauen Oberfläche beeinflusst er zudem die Raumakustik positiv. Je stärker er verbaut wird, umso besser schirmt er hochfrequente Strahlung ab [4]. Zudem laden sich Lehmoberflächen nicht elektrostatisch auf und reduzieren damit die Staubbelastung.

## Ästhetik

Bis zur Energiekrise in den 1970ern wurde das seit Jahrtausenden sichtbar gestaltete Material (Kap. 5.2) noch aus Gebäuden getilgt. Zum einen, weil es als unmodern galt: Schon nachdem die Römer ihre Kalktechnik nach Deutschland exportiert hatten verschwand es zunehmend unter dieser schützenden und schmückenden Oberfläche (Kap. 5.1). Zum anderen, weil es ärmlich erschien. Erst im Zuge der Ökologie- und Alternativbewegung gelangte Lehm wieder zu Ansehen (Kap. 5.3–5.6). Lehmputz gilt heute als chic. Die handwerklichen Erfahrungen im Umgang mit neuen Produkten auf heute gängigen Untergründen sind ausgereift (Kap. 7.). Welche räumliche Tiefe dabei ausgeführt

wird, bleibt den Wünschen der Kunden und der Kunstfertigkeit des Ausführenden überlassen. Lehm eignet sich durch seine erdige Farbigekeit und seine plastischen Eigenschaften ebenso gut für minimalistische Oberflächen wie für reliefartige Flächen oder plastische Schmuckelemente (Kap. 8). Raumgreifend, geradezu skulptural, wird er bei Lehmöfen verwendet (Kap. 9.4). Seine plastische Formbarkeit entspricht ihrer wohligen Wärme.

Weltweit vorhandene Traditionen inspirieren zu Gestaltinnovationen und werden in städtischen, modernen Kontext übertragen. Japanischer Minimalismus begeistert europäische Architekten, Handwerker und Bauherren. Hier gibt es nicht nur eine überlieferte Tradition mit Lehm zu gestalten (Kap. 9.1), sondern auch eine lebendige Lehm-Handwerkskultur (Kap. 9.2). Ein Beispiel aus Marokko zeigt sein Spiel in Licht und Schatten, Wärme und Kälte (Kap. 9.3 Fahnert). Eine Idee schließlich, wie mit Erdfarben gestaltet werden kann, geben die heute so rein erhältlichen Erdpigmente (Kap. 9.6).

Im Stampflehm ist das Material in seiner ursprünglichsten Beschaffenheit zu erleben. In dieser archaischen Form ist er ein ästhetischer Partner für moderne Architektur. Vielfältige Rationalisierungsexperimente machen ihn konkurrenzfähig gegenüber anderen edlen mineralischen Materialien (Kap. 9.5).

Lehm hat eine so große Affinität zu lebendigem Wasser, dass er mitunter mit Leben gleichgesetzt wird (Kap. 9.7). Eines zeigen alle Beispiele: Lehm ist in der menschlichen Kultur verwurzelt und inspiriert.

## Planungssicherheit

Der Dachverband Lehm fasst seit 1992 vielfältige Bestrebungen der Kommunikation, der Weiterbildung und der Rationalisierung im Lehm-Bau zusammen. Planungssicherheit schafft sein wichtigstes Projekt, die Lehm-Bau Regeln (Kap. 10.1), die er 1999 zum ersten Mal herausgibt, 2009 in einer überarbeiteten Neuauflage. Das erste technische Merkblatt über Lehmputze behandelt das am häufigsten eingesetzte Lehmprodukt (Kap. 10.2).