

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Entwicklung des Lehmbaus</b>	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>Erkundung, Gewinnung und Klassifizierung von Baulehm</b>	<b>31</b>
2.1	Naturlehm	32
2.1.1	Bildung von Naturlehm	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
<b>2.2</b>	<b>Baulehm</b>	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
<b>3</b>	<b>Herstellung von Lehmbaustoffen</b>	87
<b>3.1</b>	<b>Aufbereitung von Baulehm</b>	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
<b>3.2</b>	<b>Formgebung</b>	<b>98</b>
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
<b>3.3</b>	<b>Trocknung von Lehmbaustoffen und Lehmbauteilen</b>	<b>110</b>
3.3.1	Trocknungsverlauf	110
3.3.2	Geschwindigkeit der Austrocknung	110
3.3.3	Art der Trocknung	112
<b>3.4</b>	<b>Bezeichnungen von Lehmbaustoffen</b>	<b>113</b>
<b>3.5</b>	<b>Verwendung von Lehmbaustoffen</b>	<b>115</b>
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
<b>3.6</b>	<b>Kenngößen und Prüfungen für Lehmbaustoffe</b>	<b>128</b>
3.6.1	Masse- und Gefügekenngößen	129
3.6.1.1	<i>Porosität und Porenzahl</i>	129
3.6.1.2	<i>Rohdichte <math>\rho</math>/Rohdichte bei Wassersättigung <math>\rho_{sr}</math></i>	131

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

<b>5</b>	<b>Konstruktionen aus Lehmbaustoffen im Gebrauchszustand</b>	<b>257</b>
<b>5.1</b>	<b>Verhalten von Bauteilen und Konstruktionen aus Lehmbaustoffen</b>	<b>258</b>
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 <math>\mu</math></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
<b>5.2</b>	<b>Bauschäden durch äußere Einwirkungen auf Konstruktionen aus Lehmbaustoffen</b>	<b>287</b>
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
<b>5.3</b>	<b>Erhaltung von Konstruktionen aus Lehmbaustoffen</b>	<b>313</b>
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
<b>6</b>	<b>Gebäudeabbruch, Recycling und Entsorgung von Lehmbaustoffen</b>	<b>347</b>
<b>6.1.</b>	<b>Gebäudeabbruch</b>	<b>348</b>
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

<b>6.2</b>	<b>Wiederverwendung von Lehmbaustoffen</b>	<b>351</b>
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
<b>6.3</b>	<b>Entsorgung von Lehmbaustoffen</b>	<b>360</b>
6.3.1	Bauabfall	361
6.3.2	Schadstoffbelastung	362
<b>7</b>	<b>Perspektiven für den Lehm bau</b>	<b>367</b>
7.1	Bildung	369
7.2	Vernetzung	373
7.3	Forschung und Normung	375
7.4	Wirtschaftliche Entwicklung	376
	<b>Bibliografie</b>	<b>379</b>
	<b>Abbildungsnachweis</b>	<b>401</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>405</b>