

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 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	Tone	42
2.1.2.6	Tropische Verwitterungsböden	44
2.2	Baulehm	45
2.2.1	Bezeichnungen von Baulehm	45
2.2.1.1	Grubenlehm	45
2.2.1.2	Trockenlehm und Tonmehl	45
2.2.1.3	Recyclinglehm	47
2.2.1.4	Presslehm	47
2.2.2	Erkundung von Baulehm	48
2.2.2.1	Erkundungsverfahren	48
2.2.2.2	Probenahme	49
2.2.3	Klassifizierung von Baulehm	52
2.2.3.1	Körnungskenngrößen	53
2.2.3.2	Verarbeitungskenngrößen	63
2.2.3.3	Formänderungskenngrößen	72
2.2.3.4	Chemisch-mineralogische Kenngrößen	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	Auswintern und Aussommern	88
3.1.1.2	Sumpfen	89
3.1.1.3	Mauken	89
3.1.2	Mechanisierte Aufbereitung	89
3.1.2.1	Brechen, Schneiden und Kneten	89
3.1.2.2	Sieben	91
3.1.2.3	Mahlen und Granulieren	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_{sf}</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	Stakendecken	226
4.2.4.2	Einschubdecken	230
4.2.4.3	Decken aus Lehmplatten	231
4.2.4.4	Ausfachung von Dachsträgen	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	Leitungsführung	252
4.2.8.2	Befestigungen	252
4.2.8.3	Wandheizungen	252
4.2.8.4	Lehmöfen	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	Voraussetzungen für den Einsatz von Recycling-Lehmbaustoffen	353
6.2.2.2	Einsatzmöglichkeiten des Recyclinglehms	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