

Inhaltsverzeichnis

1	Entwicklung des Lehmbaus	1
1.1	Historische Wurzeln des Bauens mit Lehm	2
1.2	Lehmarchitektur 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
1.4.1.1	<i>Roh- und Baustoffe</i>	20
1.4.1.2	<i>Baukonstruktionen</i>	21
1.4.1.3	<i>Umfeld</i>	22
1.4.2	Lebenszyklus und Stoffkreislauf eines Gebäudes	22
1.4.3	Ökobilanz und Umweltmanagement	26
1.4.3.1	<i>Ziel und Untersuchungsrahmen</i>	26
1.4.3.2	<i>Sachbilanz</i>	28
1.4.3.3	<i>Wirkungsanalyse und Bewertung</i>	28
1.4.3.4	<i>Auswertung</i>	30
1.4.3.5	<i>Umweltproduktdeklarationen</i>	31
1.4.4	Wirtschaftliche Aspekte	32
1.5	Einordnung des Lehmbaus als Wissenschaftsgebiet	32
1.5.1	Begriff	33
1.5.2	Baustoff und Bauweise	34
2	Baulehm – Erkundung, Gewinnung und Klassifizierung	35
2.1	Naturlehm	36
2.1.1	Bildung von Naturlehm	36
2.1.1.1	<i>Bodenprofil</i>	36

2.1.1.2	<i>Bodenbestandteile</i>	37
2.1.1.3	<i>Einflussfaktoren der Bodenbildung</i>	37
2.1.2	<i>Bezeichnungen</i>	40
2.1.2.1	<i>Löss und Lösslehm</i>	42
2.1.2.2	<i>Geschiebemergel und Geschiebelehm</i>	42
2.1.2.3	<i>Verwitterungslehm</i>	46
2.1.2.4	<i>Aue- und Gehängelehm</i>	46
2.1.2.5	<i>Tone</i>	46
2.1.2.6	<i>Tropische Verwitterungsböden</i>	48
2.2	<i>Baulehm</i>	49
2.2.1	<i>Bezeichnung</i>	51
2.2.1.1	<i>Grubenlehm</i>	51
2.2.1.2	<i>Trockenlehm und Tonmehl</i>	51
2.2.1.3	<i>Recyclinglehm</i>	51
2.2.1.4	<i>Presslehm</i>	52
2.2.2	<i>Erkundung</i>	52
2.2.2.1	<i>Erkundungsverfahren</i>	53
2.2.2.2	<i>Probenahme</i>	54
2.2.3	<i>Prüfung und Klassifizierung</i>	57
2.2.3.1	<i>Körnungskenngrößen</i>	58
2.2.3.2	<i>Verarbeitungskenngrößen</i>	68
2.2.3.3	<i>Formänderungskenngrößen</i>	77
2.2.3.4	<i>Chemisch-mineralogische Kenngrößen</i>	80
2.2.4	<i>Gewinnung, Transport und Qualitätsüberwachung</i>	94
2.2.4.1	<i>Gewinnung</i>	94
2.2.4.2	<i>Transport</i>	94
2.2.4.3	<i>Qualitätsüberwachung</i>	95

3	Lehmbaustoffe – Herstellung, Anforderungen und Prüfung	97
3.1	Aufbereitung von Baulehm	98
3.1.1	Natürliche Aufbereitung	98
3.1.1.1	<i>Auswintern und Aussommern</i>	98
3.1.1.2	<i>Sumpfen</i>	99
3.1.1.3	<i>Mauken</i>	99
3.1.2	Mechanisierte Aufbereitung	99
3.1.2.1	<i>Brechen, Schneiden und Kneten</i>	99
3.1.2.2	<i>Sieben</i>	101
3.1.2.3	<i>Mahlen und Granulieren</i>	103
3.1.2.4	<i>Dosieren, Vereinigen und Mischen</i>	103
3.1.2.5	<i>Aufschlämmen</i>	105
3.2	Formgebung	106
3.2.1	Aspekte der Formgebung	107
3.2.2	Technologische Verfahren	108
3.2.2.1	<i>Pressformgebung</i>	109
3.2.2.2	<i>Bildsame Formgebung</i>	119
3.2.2.3	<i>Gießen</i>	123
3.3	Trocknung von Lehmbaustoffen und Lehmbauteilen	125
3.3.1	Trocknungsverlauf	125
3.3.2	Geschwindigkeit der Austrocknung	125
3.3.3	Art der Trocknung	128
3.4	Kennzeichnung, Zertifizierung und Produktionskontrolle	129
3.4.1	Ort der Herstellung	131
3.4.2	Zuschläge und Zusätze	131
3.4.3	Konsistenz und Verarbeitung	133
3.4.4	Grad der Vorfertigung und Formatgestaltung	134
3.4.5	Formgebungsverfahren	134

3.4.6	Rohdichteklasse	134
3.4.7	Art der Anwendung	134
3.4.8	Brandverhalten	135
3.4.9	Zertifizierung und Überwachung der Leistungsbeständigkeit	135
3.4.9.1	<i>Durch Hersteller veranlasste Prüfungen</i>	136
3.4.9.2	<i>Durch anerkannte Zertifizierungsstellen veranlasste Prüfungen</i>	136
3.5	Anforderungen und Wesentliche Merkmale	137
3.5.1	Stampflehm	137
3.5.2	Wellerlehm	139
3.5.3	Stroh- und Faserlehm	140
3.5.4	Leichtlehm	141
3.5.5	Lehmschüttungen	142
3.5.6	Lehmmörtel	143
3.5.6.1	<i>Lehmmauermörtel</i>	146
3.5.6.2	<i>Lehmputzmörtel</i>	149
3.5.6.3	<i>Lehmspritzmörtel</i>	154
3.5.7	Lehmsteine	154
3.5.8	Lehmplatten	161
3.5.9	Sonstige Lehmbaumstoffe	163
3.6	Kenngößen und Prüfungen	163
3.6.1	Masse- und Gefügekenngößen	164
3.6.1.1	<i>Porosität und Porenzahl</i>	164
3.6.1.2	<i>Rohdichte ρ / Rohdichte bei Wassersättigung ρ_{sr}</i>	166
3.6.1.3	<i>Trockenrohichte ρ_d</i>	167
3.6.1.4	<i>PROCTOR-Dichte ρ_{Pr}</i>	169
3.6.1.5	<i>Reindichte ρ_s</i>	173
3.6.2	Baumechanische Kenngößen	173
3.6.2.1	<i>Formänderungskenngößen</i>	174
3.6.2.2	<i>Festigkeitskenngößen</i>	184

3.6.3	Bauphysikalische Kenngrößen	206
3.6.3.1	Hygrische Kenngrößen	206
3.6.3.2	Thermische Kenngrößen	211
4	Konstruktionen aus Lehmbaustoffen – Planung Bauausführung und Bauüberwachung	213
4.1	Funktion und Gestaltung	214
4.1.1	Wohnbauten	215
4.1.2	Gebäude für den Bereich Bildung / Erziehung	220
4.1.3	Sakralbauten	223
4.1.4	Gebäude für den Bereich der Landwirtschaft	227
4.2	Baugewerbliche Grundlagen	227
4.2.1	Regelwerke	227
4.2.1.1	VOB und BGB	227
4.2.1.2	DIN-Normen	228
4.2.1.3	Ausländische Vorschriften zum Lehmbau	235
4.2.2	Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen	243
4.2.2.1	Ausschreibung	243
4.2.2.2	Kalkulation	244
4.2.2.3	Vergabe	244
4.2.3	Ausführung von Bauleistungen	246
4.2.3.1	Bauleitung	246
4.2.3.2	Bauausführung	247
4.2.3.3	Abschluss von Bauleistungen	248
4.3	Planung und Ausführung von Lehmbaukonstruktionen	249
4.3.1	Fundamente, Kellerwände und Sockel	249
4.3.2	Fußböden	250

4.3.3	Wandkonstruktionen	252
4.3.3.1	Tragende Wände	254
4.3.3.2	Nicht tragende Wände und Ausfachungen	273
4.3.4	Decken	285
4.3.4.1	Stakendecken	286
4.3.4.2	Einschubdecken	289
4.3.4.3	Aufgelegte Lehmdecken	290
4.3.4.4	Decken aus Lehmplatten	291
4.3.5	Dachkonstruktionen	292
4.3.5.1	Geneigte Dächer	293
4.3.5.2	Flachdächer	295
4.3.5.3	Gekrümmte Dächer	297
4.3.6	Putz	300
4.3.6.1	Anwendung und Beanspruchungen	300
4.3.6.2	Putzgrund	302
4.3.6.3	Putzauftrag und Austrocknung	307
4.3.6.4	Oberflächengestaltung und -behandlung	310
4.3.6.5	Putz auf Außenwandoberflächen	312
4.3.6.6	Anforderungen an Lehmputz	313
4.3.7	Technischer Ausbau	316
4.3.7.1	Leitungsführung	316
4.3.7.2	Befestigungen	317
4.3.7.3	Heiztechnische Anlagen	317
4.3.7.4	Traditionelle Belüftungsvorrichtungen	322

5	Konstruktionen aus Lehmbaustoffen – Einwirkungen, Bauschäden und Erhaltung	325
5.1	Verhalten von Bauteilen und Konstruktionen aus Lehmbaustoffen	326
5.1.1	Wärmetechnische Kenngrößen	327
5.1.1.1	<i>Mechanismen der Wärmeübertragung</i>	327
5.1.1.2	<i>Temperaturverteilung in Lehmbauteilen</i>	329
5.1.2	Hygrische Kenngrößen	334
5.1.2.1	<i>Mechanismen des Feuchtetransports</i>	334
5.1.2.2	<i>Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl</i>	336
5.1.2.3	<i>Kondenswasser</i>	336
5.1.2.4	<i>Gleichgewichtsfeuchte</i>	338
5.1.2.5	<i>Luftfeuchtesorption</i>	338
5.1.2.6	<i>Erosionsbeständigkeit</i>	340
5.1.3	Raumklima	343
5.1.3.1	<i>Komfortdiagramme</i>	343
5.1.3.2	<i>Raumluftqualität</i>	344
5.1.3.3	<i>Winddichtigkeit</i>	345
5.1.3.4	<i>Subjektive Empfindungen</i>	346
5.1.4	Brandschutztechnische Kenngrößen	346
5.1.4.1	<i>Brandverhalten von Lehmbaustoffen</i>	347
5.1.4.2	<i>Feuerwiderstand von Lehmbauteilen</i>	347
5.1.5	Schallschutztechnische Kenngrößen	347
5.1.5.1	<i>Luftschalldämmung von Wänden</i>	349
5.1.5.2	<i>Schallschutz von Holzbalkendecken</i>	350
5.1.6	Strahlenbelastung	351
5.1.6.1	<i>Radioaktive Strahlung</i>	351
5.1.6.2	<i>Abschirmung hochfrequenter Strahlung</i>	354
5.2	Bauschäden durch äußere Einwirkungen	356

5.2.1	Mechanische Einwirkungen	356
5.2.1.1	<i>Mechanische Abnutzung</i>	356
5.2.1.2	<i>Durchfeuchtung</i>	357
5.2.2	Chemische Einwirkungen	368
5.2.3	Biologische Einwirkungen	368
5.2.4	Naturkatastrophen	371
5.2.4.1	<i>Hochwasser</i>	371
5.2.4.2	<i>Erdbeben</i>	371
5.2.5	Bauschäden durch Planungsfehler	381
5.3	Erhaltung von Konstruktionen aus Lehmbaustoffen	385
5.3.1	Rechtliche Grundlagen	385
5.3.2	Planung von Maßnahmen der Erhaltung	386
5.3.2.1	<i>Methoden</i>	386
5.3.2.2	<i>Planungsstufen</i>	389
5.3.3	Durchführung von Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten	392
5.3.3.1	<i>Fundamente</i>	392
5.3.3.2	<i>Wandkonstruktionen</i>	394
5.3.3.3	<i>Decken und Flachdächer</i>	412
5.3.3.4	<i>Lehmputz</i>	413
5.3.3.5	<i>Archäologische Ruinenkomplexe</i>	415
5.3.3.6	<i>Erdbebengerechte Sanierung</i>	416
6	Konstruktionen aus Lehmbaustoffen – Abbruch, Recycling und Entsorgung	423
6.1.	Gebäudeabbruch	424
6.1.1	Rechtliche Grundlagen	424
6.1.2	Demontagestufen	424
6.1.3	Abbruchverfahren	425
6.1.3.1	<i>Schlagen und Hämmern</i>	425

	<i>Inhalt</i>
6.1.3.2 <i>Mechanisches Abbrechen</i>	426
6.1.3.3 <i>Mechanisches Sägen und Bohren</i>	427
6.2 Wiederverwendung von Lehmbaustoffen	427
6.2.1 Planungsgrundlagen	428
6.2.2 Recycling	429
6.2.2.1 <i>Voraussetzungen für den Einsatz von Recycling-Lehmbaustoffen</i>	429
6.2.2.2 <i>Einsatzmöglichkeiten des Recyclinglehms</i>	435
6.3 Entsorgung von Lehmbaustoffen	437
6.3.1 Bauabfall	437
6.3.2 Schadstoffbelastung	438
7 Perspektiven für den Lehmbau	441
7.1 Bildung	443
7.2 Vernetzung	448
7.3 Forschung und Normung	449
7.4 Wirtschaftliche Entwicklung	450
Bibliografie	453
Zitierte DIN-Normen	477
Abbildungsnachweis	485
Sachwortverzeichnis	490