

Historische Wurzeln der Lehmbau-Reparatur

Als Abschluss unserer Serie zum Thema „(Öko-)Technologische Leitprinzipien der Lehmarchitektur“ widmet sich dieser Beitrag häufigen Schadensursachen bei Lehmbauten vor dem Hintergrund einer erdbebensicheren Sanierung bzw. Erneuerung.

AUTOREN:

Ao. Univ.-Prof. Baurat h.c. DDR. Elmer Bölskey

DI Dr. Techn. Andreas Rischaneck

Je nach klimatischen und geologischen Rahmenbedingungen dieser verschiedenen Gegenden und Kulturkreise haben sich im Verlauf der Architekturgeschichte nicht nur vielseitige (Lehm-)Bau- und Konstruktionsformen, sondern auch verschiedenartige (klima- und lehmartspezifische) Instandsetzungsmethoden bzw. (Lehm-)Bausubstanz Erhaltungsmethoden herausgebildet und mit den praktischen Erfahrungen von mehreren Tausend Jahren (!) bis zum heutigen Wissensstand weiterentwickelt.

„Schwachstellen“ der traditionellen Lehmbauweise

Die im folgendem, nach [21], [22] dargestellten und zum Zwecke einer erdbebensicheren Sanierung/Erneuerung diskutierten zehn typischen Konstruktions-Fehler sind die häufigsten (Schadens-)Ursachen, die beim Lehmgebäuden auftreten bzw. bei Erdbebenbeanspruchung zum Stabilitätsverlust (d. h. zum Einsturz der Häuser) führen können.

1. Fehlende Ringbalken bzw. (Decken-)Rostausbildung z. B. aus Holz oder eventuell aus Stahlbeton: Ringförmig geschlossene Bauteile, also sogenannte Ringanker bzw. Ringbalken haben die Aufgabe die „Scheibenwirkung“ der Decke zu mobilisieren (Ringanker) bzw. selbst zu übernehmen (Ringbalken) [6].
2. Die Tür- und Fensterstürze haben zu



wenig Auflagertiefe, d. h. greifen nicht genug bzw. nicht „kraftschlüssig“ ins (Lehmstein-)Mauerwerk ein.

3. Die Wandbreite zwischen Tür und Fenster ist oft nicht ausreichend, zu schmal bzw. „stützenartig“ und damit knickgefährdet. Im Falle einer horizontalen Belastung (z. B. horizontale Erdbeschleunigung) kann keine effektive (Wand-)Scheibenwirkung entstehen.

4. Der Wandabschnitt zwischen Tür und Hausecke ist nicht breit genug bzw. zu wenig stabilisiert und damit besonders erdbebengefährdet, da hier die (Erdbeben-)Längskräfte in der abgewinkelten Wand problematische Querkkräfte verursachen können.

5. Fehlender Sockel: Auf dem Lehmhaus-Fundamentstreifen bzw. ev. auf den Kellerwänden sollte ein (Spritzwasser-)Sockelstreifen mindestens 45 bis 50 cm über der Gehsteigoberkante aufgesetzt werden, vorspringende Sockelbereiche sind zu vermeiden. Zwischen Sockeloberkante und aufgehender Lehmwand ist eine widerstandsfähige, horizontale Feuchtig-

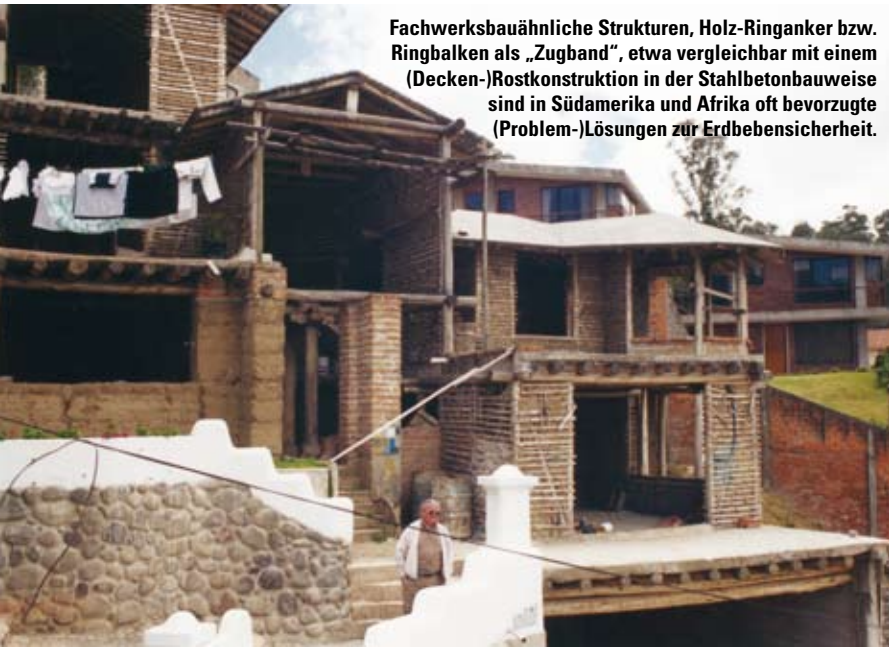
keitssperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit (im Falle einer Sanierung bzw. Erneuerung auch nachträglich) einzubringen bzw. zu integrieren.

6. Große Fenster- und Türöffnungen schwächen prinzipiell die Stabilität der Wand, stören die sogenannte Scheibenwirkung.

7. Die (Lehm-)Wand ist zu schlank, d. h. im Verhältnis zur Länge zu dünn: Die schadensanfälligsten Konstruktionsbestandteile sind (bei unsachgemäßer Ausführung mit ungewollter Exzentrizität) die Wände. Da die (Lehm-)Wände nur geringfügige Biegebeanspruchungen aufnehmen können, müssen sie entweder entsprechend „dick“ oder bei schlankeren Ausführungen durch Querwände, Stützpfeiler oder andere Konstruktionselemente ausgesteift durchgeführt werden (auch nachträglich möglich).

8. Die Festigkeit des Lehm-Mauermörtels (eine Mischung aus geeigneten, mageren bis fast fetten bzw. schwach bindigen Baulehmen und mineralischen und/oder organischen Zuschlagstoffen + Wasser) ist zu gering. Die Wand wurde nicht vollfülig gemauert, ev. sind die Mörtelfugen zu breit bzw. dick. Die ideale (Trocken-)Druckfestigkeit des verarbeiteten Lehm-Mauermörtels sollte etwa die gleiche Größenordnung haben, aber nicht größer sein als von den verwendeten Lehmsteinen. (Die übliche (Trocken-)Rohdichte beträgt etwa 1.800 kg/m³).

9. + 10. Die Verbindung/Verankerung zwischen Dach und Wand ist nicht stabil bzw. kraftschlüssig genug. Das Dach ist zu schwer (zu massiv): Die



Fachwerksbauähnliche Strukturen, Holz-Ringanker bzw. Ringbalken als „Zugband“, etwa vergleichbar mit einem (Decken-)Rostkonstruktion in der Stahlbetonbauweise sind in Südamerika und Afrika oft bevorzugte (Problem-)Lösungen zur Erdbebensicherheit.

damit verbundene ungünstige Bauwerk-Masseverteilung (über die Höhe) kann das dynamische Tragverhalten bzw. Schwingungsform/Schwingungsverhalten des Hauses negativ beeinflussen.

Nach fernöstlichen Konstruktions-Vorbildern (z. B. traditionelle japanische Holzarchitektur) wäre eine sinnvolle und statisch-konstruktiv richtige Problemlösung den unterschiedlichen Tragverformungs- bzw. Schwingungsverhalten der Wände und des Daches zu „umgehen“ und die Dachkonstruktion auf separate (Holz-) Stützen (Vorbild: Fachwerksbau [11]) aufzustellen.

Baugrund und Grundrissform

Die Bodenverhältnisse bzw. der Baugrund hat einen wesentlichen Einfluss auf die Frequenz der Bodenbewegungen (und damit auf die Erdbebenlasten): Die Bebenwirkungen (Schwingungen) auf weichem und unverfestigten Baugrund sind stärker als auf festem Boden [28].

(Lehm-)Gebäude, die in einer möglichst einfachen (z. B. quadratischen oder kreisförmigen) Grundrissform entworfen bzw. ausgeführt wurden, sind für erdbebengefährdete Zonen am vorteilhaftesten, am geeignetesten nach den Worten von Prof. Minke [21]: „Je kompakter der Grundriss, umso stabiler das Haus“. Demeentsprechend sind „abgewinkelte Grundrisse“ auf-

grund unterschiedlicher Schwingungs- und Verformungsverhalten (und ev. Torsionseinfluss) der Gebäudeteile bei Erdbebenbeanspruchung ungünstiger (Teilversagen bzw. Zerstörungen an den einspringenden Ecken).

Nach Empfehlungen von [21], [22] und [6]... „Sollten die (Rechteck-)Teile getrennt werden und durch ein leichtes und flexibles Bindeglied verbunden werden“.

Die Flachgründungen (vor allem Streifenfundamente) stellen die wirtschaftlichste Gründungsform für Lehm-bauten dar, erfordern aber die konsequente Einhaltung der Frostsicherheit (entsprechende Einbindetiefe) und einen tragfähigen Baugrund. Da die Fundierung durch Feuchtigkeit, Niederschlags- und Grundwasser, Frost- und Tauwechselwirkung usw. beansprucht werden kann, sollte beim Lehm-Bauvorhaben die Fundierung mit anderen (Massiv-)Baustoffen (z. B. Betonfundamentstreifen, Bruchstein-Mauerwerk, gemörteltes Naturstein-Mauerwerk) erfolgen. Erdbebensicherheits-Aspekte betrachtend, aber auch zur Vermeidung von (Setzungs-)Rissen im (Lehm-)Bauwerk sollte man keine Einzelfundamente ausführen bzw. diese bei einer Anwendung zumindest trägerrostartig mit einander verbinden. Soll man zwischen einer Flachgründung (Fundamentplatte) mit geringer Bodenpressung oder einer Tiefgründung (z. B. eine Pfahlrostgründung) entscheiden,

ist nach [6]: „...eine Tiefgründung im Falle einer Möglichkeit, dabei festere Bodenschichten zu erreichen, zu bevorzugen“.

Zusammenfassung und Ausblick

Eine fachgemäße Beseitigung der aufgezählten Konstruktionsfehler (z. B. im Rahmen einer umfassenden erdbebensicheren Sanierung bzw. Erneuerung von Lehmgebäuden) könnte die „spröden“ Konstruktionsbereiche vor übermäßiger (Erdbeben-)Beanspruchung schützen [24] und für das (Gesamt-)Tragwerk ein duktileres / „zähes“ Tragverhalten mit größerem Verformungsvermögen im Sinne der Kapazitätsbemessung-Theorie ermöglichen [25].

Für zukünftige erdbebensichere Lehm-bauten sollte geklärt werden, welche Mindestfestigkeiten bei (erhöhter) Seismizität/Erdbebengefährdung für den Lehmziegel gefordert werden müsste [16], [17]. Ferner wäre (z. B. in Abschluss an die aktuellen Versuchs- und Forschungsergebnisse an der TU Wien [17]) zu erforschen, welcher Auslegungskriterien und Konstruktionsregeln es für den Lehmsteinbau bedarf, um so den EUROCODE 8 (Önorm B 1998-1, Ausgabe 2006-07-01; „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“) anwenden zu können. ■

LITERATUR

- [19] Schroeder, H.: Lehmbau – Mit Lehm ökologisch planen und bauen, Vieweg + Teubner /GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2010
- [20] Endruweit, A.: Städtischer Wohnbau in Ägypten, Berlin: Gebr. Marin, 1994
- [21] Minke, G.: Construction manual for earthquake resistant houses built of earth. Eschborn 2002, 52 S.
- [22] Friedemann Mahlke: Schwerelos erdverbunden – Vom Leichtbau zum Lehmbau. Das Werk des Architekten Gernot Minke, Ökobuchverlag und Versand, ISBN 978-3-9369896-27-5
- [23] Grünthal, G.; Musson, R. M. W.; Schwarz, J.; M.: European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-Scale). Luxembourg: Centre European de Geodynamique et de Seismologie, 1998
- [24] Paulay, T.; Bachmann, H. und Moser K.: Erdbeben-Bemessung von Stahlbetonhochbauten, Birkhäuser Verlag Basel Boston Berlin 1990
- [25] Flesch, R.: Erdbebenlasten EUROCODE 8- Praxisbeispiel Hochbau aus Mauerwerk (Band 3) 1. Auflage 208 ÖN-V98-3 Austrian Standards plus GmbH, Wien 2008
- [26] Mednyánszky, M.: Lehmhäuser-Sanierung, Erneuerung und Umbau Terc-Fachbuch Verlag, Budapest, 2005 ISBN 963 9535311
- [27] Vollhard, F.: Lehmausfachungen und Lehmputze, Untersuchungen historischer Strohlehme, Fraunhofer IRB Verlag 2010, Fraunhofer-Informationszentrum Baum und Bau IRB
- [28] Bachmann, H.: Erdbebensicherung von Bauwerken, Birkhäuser Verlag Basel 1995