

Roger Boltshauser mit Mirjam Kupferschmid,
Janina Flückiger, Marlène Witry (Hrsg.)

Pisé – Hybridkonstruktionen.

Tradition und Potenzial

Buchgestaltung: Maike Hamacher, Zürich

Fotografie: Philipp Heckhausen, Zürich

Deutsch, 480 Seiten, ca. 630 Abbildungen, 22 x 30 cm,

Halbgewebeband

CHF 98.–, Euro (D) 98.–, Euro (A) 100.70

ISBN 978-3-03863-095-1

Auch als englische Sprachausgabe erhältlich:

ISBN 978-3-03863-096-8 (Englisch)

Buchvernissage

Mittwoch, 4. März 2026, 18.30 Uhr

ETH Zürich, Departement Architektur

Institut für Technologie in der Architektur (ITA)

Halle HIB Open Space 2

Stefano-Franscini-Platz 5, 8093 Zürich

Details unter → triest-verlag.ch/news

Neuerscheinung Februar 2026

Hybridkonstruktionen mit natürlichen Baustoffen

- Strategien für einen Kulturwandel im Bausektor am Beispiel von Hybridkonstruktionen aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen
- Ressourcenschonende Bauweisen und ihre Implementierung in der Bauwirtschaft
- Beispiele aus Marokko, der Schweiz, England und Europa

Der Folgeband zu *Pisé – Stampflehm* führt die anwendungsbezogene Analyse und Vorstellung des Bauens mit natürlichen Materialien weiter. Gegenüber der Untersuchung des Stampflehmbaus wird in *Pisé – Hybridkonstruktionen* das Bauen mit verschiedenen Lehmbauweisen und in Kombination mit anderen Materialien vorgestellt. Ausgehend von der Analyse historischer Bauten in Marokko, Süd- und Mitteleuropa vermittelt das Buch Wissen für heutige Einsatzmöglichkeiten des Lehmhybridbaus – nicht nur konstruktiv, auch im Bereich der Gebäudekonditionierung.

Wie dies aussehen kann, zeigen Arbeiten von Studierenden der EPFL Lausanne, der TU München und der ETH Zürich. Zugleich dokumentieren Bauten, wie der mit vorgespanntem Stampflehm realisierte Ofenturm in Cham oder das Projekt Hortus in Basel – ein Holzbau mit einer hybriden Deckenkonstruktion aus Lehm und Holz –, wie die Umsetzung in der Praxis gelingen kann. Forschungsbauten von Florian Nagler in Bad Aibling und München demonstrieren, dass mit hybriden Bauweisen und einem Lowtech-Ansatz zeitgemässe Architektur realisierbar ist.

Herausgeberschaft

Roger Boltshauser dipl. Architekt ETH BSA SIA. 1996 Gründung Boltshauser Architekten in Zürich. Neben seiner Bürotätigkeit engagierte sich Roger Boltshauser zwischen 1996 und 2009 in der Lehre an der ETH Zürich und der EPF Lausanne, an der HTW Chur und dem Chur Institute of Architecture CIA. Er war Gastprofessor an der EPFL Lausanne und an der TU München sowie Gastdozent an der ETH Zürich, seit 2024 ist er dort ordentlicher Professor für Architektur und regenerative Materialien. Im gleichen Jahr wurde ihm der Semperepreis verliehen.

Mirjam Kupferschmid studierte Architektur an der ETH Zürich. Als wissenschaftliche Assistentin forscht und lehrt sie seit 2022 an der Professur für Architektur und regenerative Materialien. Seit Anfang 2025 leitet sie den Lehrstuhl. Daneben publiziert sie als selbstständige Autorin und setzt sich mit dem Kollektiv Countdown 2030 für eine zukunftsfähige Baubranche ein.

Janina Flückiger absolvierte das Architekturstudium an der ETH Zürich. Von 2013 bis 2014 war sie Redakteurin des *transMagazin* (Zeitschrift für Architektur und Städtebau), von 2016 bis 2022 war sie bei Boltshauser Architekten verantwortlich für die Öffentlichkeitsarbeit und an der Gastdozentur von Roger Boltshauser an der ETH Zürich von 2018 bis 2023 als Oberassistentin tätig. Sie studiert Psychologie an der Universität Zürich.

Marlène Witry studierte Architektur an der TU München. Von 2013 bis 2016 arbeitete sie als Architektin bei Boltshauser Architekten; 2016 gründete sie Schürmann + Witry Architekten. Parallel zu ihrer selbstständigen Arbeit war sie von 2016 bis 2021 Entwurfsassistentin am Lehrstuhl von Roger Boltshauser, zunächst an der EPFL Lausanne, dann an der ETH Zürich. 2019 bis 2020 unterrichtete sie gemeinsam mit Theres Hollenstein an der MSA Münster. Seit 2025 ist sie Professorin für Entwerfen und Entwurfsmethodik an der HFT Stuttgart.

Thematisiert werden u. a. folgende Fragen:

- Wie gelingt die Integration neuer Materialien und Konstruktionen in das Stadt- und Ortsbild?
- Kann durch nachwachsende Rohstoffe der Ressourcenverbrauch drastisch gesenkt werden?
- Gelingt es durch Vorfertigung, die Baukosten so weit zu senken, dass die alternativen Konstruktionsweisen konkurrenzfähig sind auf dem Markt?
- Tragwerk, Ertüchtigung der Konstruktion für die Aufnahme vom Zugkräftigen.
- Lowtech statt hochgerüsteter Gebäudetechnik verringert nicht nur den Verbrauch von Rohstoffen, sondern auch von Energie.
- Klimatische Konditionierung durch passive Massnahmen, statt energieintensiver Gebäudetechnik.
- Instandhaltung und Rückbau

Mit Beiträgen von

Roger Boltshauser, Mirjam Kupferschmid, Jesús Vassallo, Salima Naji, Jasmin Kunst, Marlène Witry, Hubert Guillaud, Camilla Mileto, Fernando Vergas, Thierry Joffroy, Julien Nourdin, Arnaud Misse, Martin Pointet, Isabelle Brunier, Ernest Menolfi, Janina Flückiger, Felix Hilgert, Summer Islam, Paloma Gormley, Arno Schlüter, Andrea Wiegmann, Romain Anger, Laetitia Fontaine, Ryszard Gorajek, Gregory Bianchi, Gian Salis, Rodrigo Fernandez, Laurent de Wurtemberg, Coralie Brumaud, Yi Du, Daria Ardant, Guillaume Habert, Jürg Conzett, Jörg Habenberger, Tobias Huber, Katja Fiebrandt, Michael Klippel, Tobias Bonwetsch, Götz Hilber, Oliver Kirschbaum, Florian Nagler, Jacqueline Pauli, Tobias Fiedler, Stefan Marbach, Marco Waldhauser, François Cointeraux

6	Zu diesem Buch Roger Boltshauser Mirjam Kupferschmid	Die Geschichte des Lehmbaus			Potenziale des zeitgenössischen Lehmbaus	334	Hybridkonstruktionen in Stampflehm Roger Boltshauser Janina Flückiger
8	Ein Essay über Lehm Jesús Vassallo					353	Vorspannung von Stampflehm Jörg Habenberger
14	Eine Reise zu klimaresilienten Wohnbauten im Süden Marokkos Roger Boltshauser Jasmin Kunst			234	Aushubmaterial als Baustoff Felix Hilgert	358	Vom Mock-up zum Ofenturm Roger Boltshauser Jörg Habenberger
28	Die Geschichte des Lehmbaus in Marokko Salima Naji			238	Lehm, Gefüge und Funktion Romain Anger		
48	Der Lehmbau in Marokko heute Salima Naji			242	Bauphysikalische Synergien. Zu den spezifischen Eigenschaften von Stampflehm Ryszard Gorajek	376	Vorfabrikation im Stampflehm Felix Hilgert
60	Drei Lehmplastiken in der Wüste Marokkos Mirjam Kupferschmid			248	Ein neuer Baustein für die Raketentation Hombrich Roger Boltshauser Mirjam Kupferschmid	383	Neuentwicklung eines Holz-Lehm- Deckensystems für den Neubau des Bürobaus Hortus Tobias Huber Katja Fiebrandt Michael Klippel Tobias Bonwetsch Götz Hilber Oliver Kirschbaum
70	Die Verbreitung der Pisébautradition in Europa Marlene Witry mit Hubert Guillaud			257	Dauerhaftigkeit von Erde. Verdichten in der ehemaligen Lehmgrube Binz Roger Boltshauser Mirjam Kupferschmid	389	Zwei Häuser aus Holz und Lehm Florian Nagler
72	Der Lehmbau auf der Iberischen Halbinsel Fernando Vegas Camilla Miletto			268	Entwerfen in der Bioregion Paloma Gormley Summer Islam	394	Think Earth. Ein Innosuisse- Forschungsprojekt zur Holz-Lehm- Hybridbauweise Jacqueline Pauli
106	Der Pisébau in der Region Rhône-Alpes Marlene Witry mit Hubert Guillaud			274	Das Potenzial von Lehmkonstruktionstechniken in Mittel- und Westeuropa Roger Boltshauser	397	Grosse Hybride Roger Boltshauser Gregory Bianchi Felix Hilgert Jasmin Kunst Sandra Stein
144	Die Renaissance des Lehmbaus in Frankreich seit den 1970er-Jahren Thierry Joffroy Julien Nourdin Arnaud Misse Martin Pointet			278	Eine dreigeschossige Stampflehmfassade. Das Wohnhaus Rauch als gebautes Experiment Roger Boltshauser Felix Hilgert	408	Über die Entstehung des Ricola Kräuterzentrums in Laufen Stephan Marbach Mirjam Kupferschmid Andrea Wiegelmann
160	Der Pisébau in Genf Isabelle Brunier			285	Weiterbauen mit Lehm. Erosion, Innenklima und Vorfabrikation Roger Boltshauser Jasmin Kunst Gregory Bianchi	412	Gebäudekonditionierung im Stampflehm am Beispiel des Ricola Kräuterzentrums Tobias Fiedler
176	Der Pisébau in der Deutschschweiz Ernest Manolfi mit Janina Flückiger			298	Stampflehmgewölbe aus vorgefertigten Elementen Gian Salis	418	Den Lehmbau weiterdenken. Ozeanium, Zoo Basel Roger Boltshauser Marco Waldhauser
224	Ein Gespräch zum zeitgenössischen Bauen mit natürlichen Baustoffen Roger Boltshauser Paloma Gormley Felix Hilgert Summer Islam Arno Schlüter Andrea Wiegelmann			303	Stabilisiere Erde. Eine Übergangslösung zur allgemeinen Akzeptanz des Lehmbaus Rodrigo Fernandez Laurent de Wurtemberg	429	Eine Schule im Hohen Atlas Roger Boltshauser Mirjam Kupferschmid
				308	Bauen mit Lehmsteinen Roger Boltshauser Jasmin Kunst	446	Die Kunst des Gleichgewichts. Homöostatische Designprinzipien für klimagerechtes Bauen Arno Schlüter
				319	Flüssiglehm für zeitgenössische Architektur Coralie Brumaud Yi Du Daria Andant Guillaume Habert	455	Materialkennwerte
				324	Was passiert, wenn Architektur geworfen, statt gefügt wird? Fabio Gramazio Matthias Kohler Lauren Vasey Kunaljit Chadha	456	Der Lehmbauplanter; François Cointraux
				328	Case Study Steel House Jürg Conzett	458	Kommentierter Auszug aus »Der Lehmbau: Pisé-Baukunst«
						471	Witten
						475	Bildnachweis
						476	Bibliografie
						480	Impressum
							Karten im Umschlag





(verstorben 1603) und unter dem Eindruck der Janitscharen-Milizien rekrutierte Mulai Ismail alle Personen mit dunkler Hautfarbe für seine glanzvolle Schwarze Garde: Soldaten, die gleichzeitig Bau-fachleute waren und die Stampflehmbauweise beherrschten.

Die Gründungsepisode der Pisefestungen soll hier hervorgehoben werden, weil das Verfahren im Zentrum der Ausbildung stand: Diese Männer waren dafür bestimmt, in der königlichen Garde zu dienen, mussten aber gleichzeitig zimmern, mauern und reiten lernen. Das System stand im Zusammenhang mit den Kasbahs oder Festungen, die der Sultan in jedem eroberten Gebiet errichten liess, 72 an der Zahl, von Oujda bis Oued Noun. Mit dieser militärisch-politischen Infrastruktur³⁴ wurden die Strassen geschützt, Steuern eingehoben und «die faktische Macht im Land besiegelt»³⁵. Jede der Zitadellen erhielt eine Garnison Soldaten, die sogenannte «abid Bokharis», auf Deutsch «Sklavensarmee». Einige dieser Festungen stehen noch; sie haben zur Verbreitung der Stampflehmtechnik und auch zu sehr spezifischen Grundrissen, wie jenen von Kasbahs, beigetragen, vor allem im Süden.

Nach dem Tod des Sultans zerfiel die Schwarze Garde. Manche Gardisten liessen sich dort nieder, wo ihre Arbeitskraft als Baukraft gefragt war, andere gingen in die Gebiete zurück, aus denen sie stammten. Dies ermöglichte ab dem 18. Jahrhundert die Verbreitung von baulichen Vorbildern oder deren Erhalt in bestimmten Regionen, in denen besonders viel Wert auf Architektur gelegt wurde. Diese Männer hatten Kompetenzen und verdingten sich wahrscheinlich bei lokalen Gutsherren, die auf prestigeträchtige Architektur Wert legten.

Der Pisé ergoss sich ab diesem Zeitpunkt in einer Flut städtischer Ausprägungen bis in die prä-saharischen Täler. An seinen überall unterschiedlichen konstruktiven Details konnte man das Geschick der ehemaligen Gardisten ablesen.

Die neueren Kasbahs – Erben der ursprünglichen Kasur

Die Kasbahs im Süden haben eine andere Geschichte. Als Bauten der Grundherrschaft inszenierten sie den Aufstieg adeliger Familien, die sich aus dem Gemeinschafts-Ksar zurückzogen und ihren eigenen unabhängigen Familiensitz³⁶ gründeten, der sich mit der Zeit zu einschichtigen kleinen Wehrgut entwickelte. Und dafür liehen sie sich die noblere Bezeichnung Kasbah aus.

Die Zitadelle Telouet verkörpert diesen Bautypus par excellence. Sie wurde über mehrere

³⁴ Magali Morry, *Musulmans et l'armée de religion*, in: *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 14-2, 1967, S. 111.

³⁵ Choua El Hamel, *Black Morocco: A History of Slavery, Race, and Islam*, New York 2013, S. 155–208.

³⁶ Salima Naili, «Pratendo pontes», in: *Art et architecture berbères du Maroc, Algérie-Provence 2001*.

³⁷ Siehe Kasbah Amrudi, *Schicht des Oudja*, Paris 1962, S. 27.

Jahrhunderte hinweg erbaut und vergrössert und in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts an einer Seite üppig dekoriert als Zeichen der Hausmacht der grossen Caïds, im vorliegenden Fall der Glaw; ein Stamm, der an einer der Verbindungsstrassen mit einer Reihe von Kommandantur-Kasbahs zwischen der Sahara und Marrakesch über den Hohen Atlas siedelte und Allianzen schmiedete. Die **Kasbah Telouet** wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts ausgebaut und modernisiert. Eine Zentralheizung wurde eingebaut, was in einer schneereichen Gebirgszone nützlich ist, aber auch überraschende Verglasungen der Innenhöfe zum Schutz der neu errichteten Räume und zur Belichtung der Zähl, von Oujda bis Oued Noun. Mit dieser Zentralheizung wurde eingebaut, was in einer schneereichen Gebirgszone nützlich ist, aber auch überraschende Verglasungen der Innenhöfe zum Schutz der neu errichteten Räume und zur Belichtung eines Salons in der reinsten andalusischen Tradition von Fés im Obergeschoss, mit Azulejos an den Wänden und Zedernholzschnitzereien an der Decke. Das Erdbeben im September 2023 hat das bereits verfallene Wehrgut so stark beschädigt, dass es für Besuchende geschlossen ist.

Ein in Marokko omnipräsentes Baumaterial

Der über lange Zeit in Marokko entwickelte souverän anpassungsfähige Stampflehm wurde hier in all seinen bekannten und weniger bekannten Formen vorgestellt – von vollendet-urbanen bis zu kollektiv-ländlichen Anwendungen. Die Stampflehmarchitektur wurde mit verschiedenen lokalen östlichen, afrikanischen, europäischen Einflüssen angereichert und war bereits auf der Karawanenroute Gegenstand von Technologietransfers, ehe sie auch auf die Iberische Halbinsel exportiert wurde.

Das andere wichtige Prinzip des Stampflehm ist die gemischte Bauweise, die relativ spät entstand: Stampflehm grundsätzlich auf Steinfundamenten errichtet oder Stampflehm abwechselnd mit ungebrannten oder gebrannten Ziegeln verbaut.

In dieser Gesamtschau einer cherifischen, das heisst marokkanischen Architektur, die in den Oasen ihren Ausgang nahm und sich mit den aufeinanderfolgenden Dynastien bis in die Königstädte verbreitete, ist die Architektur das Produkt ihrer Umgebung. In den marokkanischen Siedlungen sind Landwirtschaft und Bautätigkeit durch die Obst- und Gemüseärten der Medinas und die Mikroparzellen in den Oasen eng miteinander verbunden. Die bebauten Landschaften gestalteten die Typologien des Stampflehmbaus und der frühen Wasserbauwerke, die für den so wichtigen Pflanzenanbau unerlässlich waren. Auch die Institutionen des Gemeinguts in Form der Speicherburgen, die ersten Studentenwohnungen – die *Medersas* – und die grossen Zavalas und andere mittelalterliche religiöse Universitäten brauchten voluminöse Architekturen für ihre eminent soziale Funktion. So konnten sie als Vorbilder dienen und sich mit dem Lehm aus

43 Marokko



Von der Treppe zur Spirale

Voth und Amslinger wohnten und arbeiteten ab den Wintermonaten 1987 bis zur Fertigstellung der **Goldenen Spirale** 1998 in der **Himmelstreppe**. Bei ihrem Einzug waren endlich auch die Arbeiten am Brunnen abgeschlossen. In 18 Metern Tiefe fanden sie das prophezeite Wasser. Ab dem Frühjahr 1994 arbeiteten sie an ihrer nächsten Erdschulptur, der **Goldenen Spirale**. Sie besteht aus neun Viertelkreisen, die dem Prinzip der Fibonacci-Folge entsprechen. Eine insgesamt 280 Meter lange Bruchsteinmauer zeichnet die Spirale nach und erhöht sich langsam bis zu deren Zentrum. Mit ihr steigt auch der Lehm an, der sich aus dem Wüstenboden erhebt. Am Ende der Rampe, auf sechs Metern Höhe, führt eine Wendeltreppe ins Innere der Spirale zu den Wohn- und Arbeitsräumen. Von dort führen weitere 100 Stufen in die Tiefe zu einem Brunnen, der durch eine Wasserader gespeist wird.¹¹

Heute ist vom Lehm nichts mehr sichtbar. Weil Motorrad- und Quadfahrerinnen und -fahrer immer wieder Schäden am Lehm Boden der Spirale verursacht hatten, wurde die Lehmfläche 2013 zu deren Schutz mit Bruchsteinplatten belegt.¹² Der neue Belag gleicht zwar dem Wandaufbau und schützt das Monument vor dem Verfall, löst es aber anders als ursprünglich geplant aus seiner Umgebung.

Stadt des Orion

Im Jahr 1999 kehrte Voth nach Marokko zurück und wollte den Sternen noch näherkommen als bei der **Himmelstreppe**. Die **Stadt des Orion**, eine Art Sternwarte aus Lehmtürmen, ist das letzte seiner realisierten Grossprojekte. Es zeichnet das gleichnamige Sternbild nach. Die sieben Hauptsterne – Rigel, Saiph, Bellatrix und Betelgeuse sowie Mintaka, Alnilat und Alnilam, die den Gurt bilden – übersetzt Voth in Aussichtstürme. Die Türme zeichnen mit ihrer Position genau das Sternbild nach. Eine Mauer verbindet sie und steckt die enorme Grösse des Monuments ab: 40 x 100 Meter misst das ganze Bauwerk. Die Türme reflektieren nicht nur die Position der Sterne, sondern ihre Höhe (4 bis 15m) und ihre Ausdehnung zeigen die Helligkeit und Grösse der Sterne an. Aussentreppe führen auf die Aussichtsplattformen auf den Türmen. Durch präzise gesetzte Schlitz in den Türmen können bestimmte Sterne und Sternbilder zu gewissen Zeiten besonders gut beobachtet werden.¹³ Die eindrucksvollen

Bilder von Ingrid Amslinger zeigen auch bei diesem Projekt, dass die Realisierung ohne das lokale Wissen und Können nicht möglich gewesen wäre.

¹¹ IVAM Institut Valencià d'Art Modern, Voth, Amslinger 2003, S. 46–47, S. 140.

¹² Elke Roseng-Klinge, Hannsjörg Voth, Hans Brockmann, Andrea Klinge, Christof Ziegert: «Himmelstreppe, Goldene Spirale und Stadt des Orion. Erhalt der Werke von Hannsjörg Voth in der Maha Ebene, Marokko», in: *LEHM 2018, Dokumentation der Internationalen Fachtagung für Lehmbo*, Weimar 2018.

¹³ IVAM Institut Valencià d'Art Modern, Voth, Amslinger 2003, S. 126.

69 Marokko

Der Lehm- bau auf der

Iberischen Halbinsel

Fernando Vegas
Camilla Mileto
Universitat Politècnica de València

Lehm ist eines der auf der gesamten Iberischen Halbinsel häufig verwendeten traditionellen Baumaterialien. Er wird mit einigen verschiedenen Bautechniken – etwa Stampflehm, Lehmziegel, Fachwerk und Flechtwerk – nicht nur für Wände, sondern auch für Kuppeln, Dächer, Verputze, Pilasterungen und mehr verwendet. Die Bevorzugung bestimmter Techniken war oft abhängig von Faktoren wie Art des Lehms, Klima und Geografie.¹ Stampflehm ist unter diesen Techniken als die am häufigsten verwendete hervorzuhoben und in äusserst komplexen und heterogenen Anwendungen auf der gesamten Iberischen Halbinsel auffindbar.²

Die Geschichte des Stampflehms auf der Iberischen Halbinsel

Stampflehm ist eine der ältesten Bautechniken auf der Iberischen Halbinsel. Eine genaue Datierung wird dadurch erschwert, dass bei archäologischen Ausgrabungen oft fälschlicherweise andere Techniken wie Stroblehm, Flusslehm und sogar Adobe als Stampflehm bezeichnet wurden.³ Es zeigt sich, dass das erste Beispiel für Stampflehm-bau auf der Iberischen Halbinsel ein **römisches Domus** ist, das bei Ausgrabungen in **Empúries** gefunden wurde und möglicherweise aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. stammt.⁴

Plinius der Ältere (1. Jh. n. Chr.) erwähnte jedoch aus Erde mit Schalung⁵ erbaute Türme und Wachtürme, wie es bereits Hannibal (247–183 v. Chr.) Jahrhunderte zuvor angordnet hatte. Der Heilige Isidor von Sevilla berichtet ebenfalls davon und besteht auf der Verwendung von Schalungen für eine grosse Festung, erwähnt jedoch nicht das Stampfen.⁶ Leider konnten von diesen im 3. Jahrhundert v. Chr. von den Karthagern mit Schalungen errichteten Wehrtürmen auf der Iberischen Halbinsel bis heute keine Spuren gefunden werden.

Die Römer förderten die Verwendung von Schalungen als Baustoffen und verwendeten *opus caementicium*, das aus Kalk und Erde hergestellt wurde.⁷ Den grössten Aufschwung der Lehmarchi-

¹ Camilla Mileto, Fernando Vegas, Laura Villacampa, Lidia García, «The influence of geographical factors in traditional earthen architecture: Iberian Peninsula», in: Sustainability, 11 (8), 2019.

² Juan Font, «La construcción de tierra en los textos. Errores, olvidos, omisiones», in: Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 2013, S. 323–334.

³ Sergio Manzana, *Arquitectura de tierra en yacimientos arqueológicos de la Península Ibérica*, un veröffentlichte Dissertation, Universitat Politècnica de València, Valencia 2023.

⁴ Claire-Anne de Chazelles, «Les constructions en terre crue d'Empúries à l'époque romaine», in: Cypselo, VIII, 1990, S. 107–118.

⁵ Claire-Anne de Chazelles, «Témoignages croisés sur les constructions antiques en terre crue: textes latins et données archéologiques», in: Techniques et Culture, 41, 2003, S. 1–27; sowie Francisco Javier López Martínez, *Textos en fortificaciones medievales. Reglas de Murcio*, un veröffentlichte Dissertation, Universitat Politècnica de València, Valencia 2007.

⁶ Font 2013, S. 323–334.

⁷ Fernán Font, Peter Hidalgo, *Arquitecturas de tapia*, Castellón de la Plana 2006.

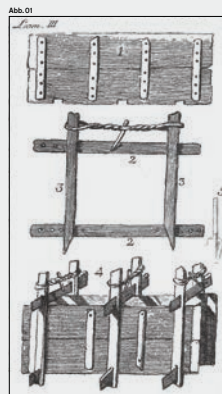


Abb. 01 (1) Schalungsbretter; (2) Balken; (3) Rippen; (4) zusammengebaute Schalung; (5) Stampflehm

tektur brachten jedoch zu Beginn des 8. Jahrhunderts die ersten Mauern auf die Iberische Halbinsel, die das Wissen über die Konstruktion mit Stampflehm verbreiteten. Traktatautoren wie Ibn Hauqal, Ibn Abdun und Ibn Jaldun widmeten der Lehmarchitektur spezifische Abschnitte in ihren Schriften.⁸ Im Lauf von sieben Jahrhunderten wurden in al-Andalus die Zitadellen, Mauern und Wachtürme – etwa des **Castillo de Xio** in Luxent oder der Turm der **Burg Ruine La Viavella** in Castellón – aus Stampflehm gebaut.⁹ Auch nach der Eroberung der maurischen Gebiete durch die Christen wurde Stampflehm weiterhin für den Bau von Burgen, Kirchen und Wohnhäusern verwendet. Stampflehm als Baumaterial für Festungen kam erst im Zug einer Kontroverse über seine Verwendung zum Ende: Während Giovanni Battista Antonelli den Stampflehm verteidigte, sprach sich Vespasiano I. Gonzaga für die Verwendung von Stein aus. König Felipe II. liess sich von dessen vereinigten Ansichten beeinflussen und entschied sich für Stein, obwohl Stampflehm die Einschläge von Artilleriefeuer besser absorbieren konnte.¹⁰

Stampflehm wurde später auch für andere Verwendungszwecke von Traktatautoren untersucht, etwa Fray Lorenzo de San Nicolás (1639) und Juan de Villanueva (1827).¹¹ (Abb. 01) Beide Traktate waren für die Ausbildung von Architektinnen und Architekten in der Vergangenheit von besonderer Bedeutung. Es fällt zudem auf, dass ein angesehener akademischer Architekt wie Juan de Villanueva, eine wichtige Persönlichkeit der neoklassizistischen Architektur Spaniens, einen Grossteil seines Traktats dieser Bauweise widmete. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde dies auch von anderen Autoren¹² untersucht. Trotzdem wurden ab diesem Jahrhundert sowohl Stampflehm als auch andere Lehmarchitekturen, die seit der Antike kontinuierlich im volkstümlichen Wohnungsbau verwendet worden waren, durch handwerklich und industriell hergestellte, weniger erosionsanfällige Ziegel ersetzt, während Stampflehm auf ländliche Gebiete relegiert und wegen seiner Konnotation mit Armut gemieden wurde.

Eine interessante Ausnahme ist die Verwendung von Stampflehm durch den Architekten Antonio Gaudí, der gegen den Trend versties und bei der Finca Güell (1884) Stampflehm verwendete. Erwähnte diese Bautechnik für alle Wände, weil sie

⁸ Basilio Pavón, *Tratado de Arquitectura Hispanomusulmana*, Madrid 2009.

⁹ Jacinto Canivell, *Metodología de diagnóstico de fábricas históricas de tapia*, un veröffentlichte Dissertation, Universidad de Sevilla, Sevilla 2011.

¹⁰ Pablo Rodríguez-Navarro, «The defense of the technique of rammed earth made by Giovanni Battista Antonelli in 1650», in: Camilla Mileto, Fernando Vegas, Lidia García-Soriano, Valentina Cristini (Hrsg.), *Vernacular and Earth Architecture. Conservation and Sustainability*, London 2018, S. 477–482.

¹¹ Weitere Autoren sind beispielsweise Covarrubias (1611), Torija (1661), Andemans (1754) und Benito Ballo (1802).

¹² Um nur einige zu nennen: Matalana (1848), Perier (1853), Espinosa (1859), Martíellegui (1878), Marcos Bousat (1879), Rebollo (1889, 1890) und Gier y Lóbez (1898).

Molino de Pérez



Arabische Bäder, Alhambra



Die Renaissance des Lehmbaus in

Frankreich

seit den 1970er-Jahren

Thierry Joffroy
Julien Nourdin
Arnaud Misse
Martin Pointet,
Team CRATerre des UR AE & CC
Ecole nationale supérieure d'architecture de Grenoble

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts erlebte der traditionelle Lehmbau eine Phase des Niedergangs. Dies hing zum einen damit zusammen, dass der Einsatz von Zement und damit Beton einer breiten Bevölkerung zugänglich wurde, zum anderen aber auch mit dem massiven Verlust an Zimmerleuten und deren Know-how, weil diese im Ersten Weltkrieg für den Bau der Schützengräben eingesetzt wurden. Das führte in der Folge zu einem Rückgang der Neubautätigkeit in ländlichen Gebieten. Auch der Zweite Weltkrieg hatte katastrophale Auswirkungen auf das Wissen um traditionelle Fertigkeiten. Nicht nur wurde der Einsatz von Stahl und Beton zur quasi unumgänglichen Lösung für den Wiederaufbau, er setzte sich de facto dauerhaft im ganzen Land durch. Wie alle übrigen lokalen Baumaterialien (Holz, Stein etc.) verschwand auch der Lehm von den Baustellen.

Mit Beginn der 1970er-Jahre allerdings erwachte das Interesse an Lehmbautechniken wieder, insbesondere im Zuge der frühen Umweltschutzbewegungen und unter dem Einfluss der Gegenkulturbewegung in den Vereinigten Staaten. Inspiriert von diesen neuen Ideen machten sich Studierende der Architekturhochschule Grenoble auf die Suche nach Alternativen. Nachdem sie sich mit dem Baustoff Holz auseinandergesetzt hatten, entdeckten sie zufällig, dass das Département Isère in seinem nördlichen Teil ein aussergewöhnlich reiches Erbe an Pisébauten besitzt. «Unglaublich! Man kann ganz einfach mit dem bauen, was wir unter unseren Füßen haben», sagten sie sich. Sie ahnten, dass diese Entdeckung ein grosses Potenzial für die Bewältigung der ökologischen Herausforderung und Antworten auf die aufeinanderfolgenden Ökrisen bieten konnte. So machten sich die Studierenden mit einigen Lehrpersonen daran, diesen Bestand zu erforschen. Um ihre Beobachtungen und Analysen zu vervollständigen, bezogen sie Länder auf der ganzen Welt in ihre Forschungen ein – unter anderem Peru, Ägypten, Marokko, Burkina-Faso – und begannen mit den ersten Experimenten, die es ihnen ermöglichen sollten, das Bauen mit dem Material besser zu verstehen und wieder zu erlernen.

Rund zehn Jahre später, 1979, wurden die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst. Sie führten in der Folge zur Gründung des Vereins CRATerre, der als erstes das Buch *Construire en terre* mit genauen Beschreibungen der Pisé- und anderer Lehmbautechniken veröffentlichte. Einige Monate später bescheinigte sich die Dynamik: Die Ausstellung *Des architectures en terre ou l'avenir d'une tradition millénaire* im Centre George-Pompidou 1981 wurde ein durchschlagender Erfolg. Sie zeigte einen weitestweit Überblick über traditionelle Lehmbautechniken sowie entschieden moderne Lehmbauminitiativen. Diese aufeinanderfolgenden Initiativen liessen eine institutionelle Umgebung entstehen, die zu einem ersten grossen Projekt führte: der **Domaine de la terre** in Villefontaine. Dieser 1985 eröffnete experimentelle Stadteil bestand aus 65 Wohnungen in zwölf Losen, die von ebenso vielen

Architekturbüros entworfen wurden. Damit war der Beweis erbracht, dass mit Lehm sehr unterschiedliche Architekturformen realisiert werden können, wobei hauptsächlich Stampflehm, aber auch gepresste Lehmblöcke und Leichtlehm zum Einsatz kamen. Darüber hinaus gilt dieses Projekt als Vorläufer zukünftiger Ökoquartiere, wie man sie heute überall in Frankreich findet, weil der Entwurf auf strengen biologisch-klimatischen Planungsprinzipien beruht. Auch wenn das Konzept als Ganzes verführerisch war, blieben die meisten institutionellen Akteureinnen und Akteure skeptisch, was die Langzeitigkeit von Lehm anbelangt. Der Wertzuwachs durch den potenziellen Einsatz als Baustoff liess in Frankreich auf sich warten, mit Ausnahme einiger punktueller Projekte, die meist vertraulich behandelt wurden. Im Gegensatz dazu fand die *Domaine de la terre* jenseits der Grenzen starken Widerhall, insbesondere auf der Insel Mayotte, in Deutschland² und in mehreren afrikanischen Ländern.

Die französischen Akteureinnen und Akteure, die sich für die Förderung von Lehmarchitektur stark machten, stellten diese Situation Ende des 20. Jahrhunderts daher auf eine harte Probe. Dennoch wurden einige bemerkenswerte Projekte umgesetzt. Dazu zählt die Initiative des Messerherstellers Christian Moretti, der sich von *Construire en terre* 1982 zu seinem eigenen Haus samt Werkstatt inspirieren liess, gefolgt von der *Casa communal* im Dorf Pigna. Ein wenig später, 1988, begann der Landwirt Alain Bozier, ebenfalls angeregt durch die in *Construire en terre* vorgestellten Bauteile, mit der Errichtung von Gästewohnungen in La Buissonnière im Département Vienne. 1992 wurde das Freizeitzentrum Saint-André-le-Coq im Département Puy-de-Dôme eröffnet. Dessen mächtige gebogene Mauer aus Pisé machte die Architekten Jacky Jeannot und Pascal Scarato vom Büro Abitère bekannt, die zu den wichtigsten Botschaftern des zeitgenössischen Stampflehmbaus in der Auvergne werden sollten. Im selben Jahr erstellte der Architekt Dominik Urien in Romilly eine Sozialwohnbauleistung mit acht Häusern aus bretonischer Erde. Dies zeigte, dass die Stampflehmtechnik auch ausserhalb der Ursprungsregion Gefallen fand und dort hin exportiert wurde, wo man traditionell eher mit Wallehlehm baute.³ 1994 kam der Pisé mit der Eröffnung des **Festivals Fareins** im Département Ain sowie des Priesterheimes Johannes Paul II. in Ars-sur-Formans zu Ehren. Im selben Jahr eröffnete in der Gemeinde Albon Le Panier Fermier, ein Geschäft von und für eine Gruppe junger Bioproduzentinnen und -produzenten. Dieses Projekt war zuvor Gegenstand von Forschungen über die Entwicklung von Schälungen für eine präzisere

1 Jean-Baptiste Pons, Patrick Duret, Robert Guillaud, Huguette-Philippe Michel, «Terre d'avenir. Abouts et enjeux du Domaine de la terre et du futur Institut International de la Construction en Terre à l'École d'Architecture de Grenoble», in: *Revue de l'habitation sociale*, 111, 1985.
2 Der Wallehleimbau ist eine Vorformtechnik, die ähnliche Oberflächen wie beim Pisé hervorbringt, weil das Material in horizontalen Schichten von 60 bis 80 Zentimeter Dicke eingebaut wird.

raschere Herstellung von Zwischenwänden gewesen. Ähnlich motiviert wagte sich der kreative Maurer Nicolas Meunier ein Jahr später, nach Experimenten anlässlich der Errichtung eines Einfamilienhauses in Sorbiers, an seine erste grosse Baustelle – ein zweigeschossiges Wohnbau in Montbrison im Département Loire, errichtet aus vor Ort vorgefertigten Piséblöcken.

Über den Aufbau einer zeitgemässen Branche: die Anfänge

Ab Ende der 1990er-Jahre ging es mit dem Lehmbau rasch aufwärts: Ein Markt entstand mit Privatpersonen, die anders bauen wollten, und ein paar avantgardistische Unternehmen bedienten ihn. Ein Hauptakteur dieser Zeit war der Ingenieur Andreas Kriewel, der 1997 die Firma AKterre gründete, nachdem er im deutschen Unternehmen Claytech gearbeitet und den Lehrgang «DAS architecture de terre» absolviert hatte. Er verkaufte von Claytech entwickelte Produkte und begann parallel dazu mit dem Abbau und der Aufbereitung von Lehm, um ihn als gebrauchsfertiges Baumaterial auch für die Stampflehmherstellung zu verkaufen. Damit reagierte er auf die Schwierigkeiten bei der Identifizierung von und dem Abbau in Lehmagerstätten insbesondere für kleine Projekte. Kriewel bot auch Beratungen und Kurse auf vielen Baustellen an. Innerhalb weniger Jahre gingen aus dem Unternehmen zahlreiche Lehmbaupertinnen und -experten hervor, die zu den bekanntesten älteren Persönlichkeiten der Branche wie Nicolas Meunier und Xavier Auplat (Auplat war vor allem in der Renovation älterer Lehmbauten tätig) eine neue Vielfalt brachten. Zwar litt die Aktivitäten von AKterre stark unter der Wirtschaftskrise 2008, aber das Unternehmen trug wesentlich zum Wiederaufleben der Branche bei, wie die Lehmbau-Spin-offs seiner Mitarbeitenden beweisen. Die bekanntesten unter ihnen sind Heliopsis (gegründet 2002) und Caracol (gegründet 2005). Diese neuen Akteure konsolidierten die Branche und gaben ihr neuen Auftrieb, indem sie die Sichtbarkeit verbesserten, auch wenn sie mit weniger als zehn Projekten pro Jahr in der französischen Baubranche noch sehr marginal sind.

In dieser Aufbauphase wurden die meisten Projekte in der Region Auvergne-Rhône-Alpes umgesetzt, hauptsächlich in den Départements Isère, Loire und Puy-de-Dôme. Meist handelt es sich um Einfamilienhäuser, öffentliche Bauten aus Pisé gibt es praktisch keine. Erstaunlicherweise liegen alle Gebietskörperschaften, die sich in dieser Zeit auf solche Projekte einliessen, ausserhalb dieser Region: der 2000 eröffnete Konzertsaal Pigna in Korsika, der Pisémauer mit einer beeindruckenden Kuppel aus luftgetrockneten Lehmziegeln



systemischen Aspekten nachgelagert und setzt typischerweise bei den Volumen und Proportionen des Gebäudes an. Auch wenn wir nicht dort beginnen, bleiben diese Überlegungen für uns wichtig. Die formalen Möglichkeiten variieren erheblich je nach regional und vor Ort verfügbaren Materialien. In unseren Entwürfen konzentrieren wir uns auf die tatsächlich verfügbaren Materialien, die Möglichkeiten, ihr Potenzial vor Ort zu zeigen, und die Bedürfnisse und das Programm unserer Kundinnen und Kunden. Regenerative Materialien bringen im Allgemeinen einige Einschränkungen mit sich – etwa dickere Wände, kürzere Spannweiten und geneigte Dächer. Wir nutzen die kreative Kraft dieser Einschränkungen, indem wir Säulen und Pfeiler als Merkmale der von uns entworfenen Räume betrachten und Möglichkeiten finden, die Tiefe der Wände zu nutzen. Über die Parameter jedes Materials hinaus gestalten wir gerne Innenräume, die kontrastreiche Erlebnisse bieten, etwa mit Übergängen von kleineren und intimen zu grösseren, offeneren Räumen. Kleinheit fürchten wir nicht, denn in einem kompakten Gebäude können klar definierte, sehr niedrige Räume besonders gut funktionieren, wenn sie durch Momente der Auflockerung unterbrochen werden. Das ist der Fall beim **Flat House** von Margent Farm, das wir im Interview (S.224) erwähnt haben. Für dieses Projekt haben wir Materialien aus dem auf den umliegenden Ackerflächen angebauten Hanf entwickelt, um ein schönes, umweltschonendes Wohnhaus zu schaffen, das von der umliegenden Landschaft inspiriert ist.

Neben den räumlichen Möglichkeiten berücksichtigen wir die gesamte Lebensdauer jedes einzelnen Gebäudeelements. Biobasierte Materialien sind von Natur aus biologisch abbaubar und speichern atmosphärischen Kohlenstoff. Pflanzen binden während ihres Wachstums Kohlenstoff, der so lange im Körper der geernteten Pflanze gebunden bleibt, bis diese verrottet. Das ist einer der Hauptgründe für das neuerliche Interesse am Bauen mit Holz. Auch wenn Holz ein strategisch wichtiges biobasiertes Baumaterial ist, kann der Übergang zu einer pflanzenbasierten Baukultur nicht ausschliesslich auf Holz beruhen. Die Bereitstellung der unglaublichen Menge an Bauholz, die zur Versorgung der Bauindustrie in ihrem derzeitigen Umfang benötigt würde, hätte katastrophale Auswirkungen auf die Artenvielfalt.* Wesentlich sinnvoller wäre es, leichte Holzrahmenkonstruktionen mit Strohaufschichten und anderen biobasierten Materialien zu kombinieren. Materialien, die länger zum Wachsen brauchen, speichern mehr Kohlenstoff und sollten

4 Rasmus N. Hansen, Jonas L. Eliassen, Jannik Schmidt, Camilla E. Andersen, Bo P. Weidema, Hanne Brigidtsdottir, Endrit Hoxha, «Environmental consequences of shifting to timber construction: The case of Denmark», in: *Sustainable Production and Consumption*, 45, 2024, S. 54–67 und Abhishek Mishra, Florian Hampel, Gailna Charkina, Christopher P. O. Rye, Felicia Beier, Benjamin L. Biedrzycki, Hans-J. Schellnhuber, Hermann Lotze-Campen, Alexander Popp, «Land use change and carbon emissions of a transformation to fiber cities», in: *Nature Communications*, 13, 2022, Artikel-Nr. 4689.

Abb. 02 Growing Place Project. Die Teilnehmenden eines experimentellen Workshops helfen mit, ein Demonstrationsgebäude auf einem Bauernhof im Norden Londons zu bauen.
Abb. 03 Workshop-Teilnehmende arbeiten mit Lehmputz am Panel House.

270

Flat House

Margent Farm, Huntingdon, Oldhurst Road

271

David Eckert
Kim Nipkow

Der Fokus des Projekts lag auf der Entwicklung eines Lehm-Dachsystems. Die ziegelartigen Elemente aus Lehm nehmen die Druckkräfte auf, die orientiert sich konstruktiv und gestalterisch an der Idee einer Pfostentage. Die Elemente liegen auf isolierten Auflagen, die durch Zugstreben aneinander und mit den Wänden verbunden sind. Das System lässt sich auch mit Stützen realisieren, dass gleichen die Elemente einer Kasten- oder Kasten-Decke. Die Elemente lassen sich als standardisierte Bauelemente und in verschiedenen Größen vorfabrizieren. Die beiden Decken bieten ein einzigartiges räumliches Erlebnis und verfügen über sehr gute thermische Speichereigenschaften.

250

Léon Bühler
Rico Furter

Ein recyceltes Offass ist das Grundmodell für das statische System. Es wird als Schalung für die Stampflehmblöcke verwendet, anschließend halbiert, entfernt und im Deckensystem als vertikale Schalung erneut eingesetzt. Holzbohlen tragen die Decke und bilden mit der Spitze einen steilen Rahmen. Die einzelnen Holzbohlen liegen auf zwei ausseren Offass-Elementen an den Enden eines Binders auf. An den Stützen angeordnete Klemmen dienen als Sekundärsystem. An diesen Klemmen können verschiedene Elemente wie Trennwände, Böden oder Regale befestigt werden. Für das gesamte Gebäude besteht aus vorfabrizierten Elementen und dient als Infrastruktur für kleine urbane Produktionen, Start-ups, Büros und Ateliers.

251

Case Study Steel House Jürg Conzett

«Rammed earth is the building material of the future», sagte Anna Heringer vor einigen Jahren zu den Studierenden an der Harvard Graduate School of Design. Sie präsentierte sehr schöne, von ihr sorgfältig geplante und ausgeführte Gebäude mit Wänden in Stampflehn. Anschliessend diskutierten wir über Ideen zur Erdbbensicherung derartiger Konstruktionen. Was mir damals noch als Bauweise für weit entfernte Länder erschien, in denen die Technik vertraut und Arbeitskraft günstig ist, gewann an Aktualität, als mir Roger Boltshauser die Dissertation *Schweizer Pisébauten* von Thomas Kleespies zu studieren gab.¹ Mit *pisé* (franz., gestampft) bezeichnete der französische Baumeister und Publizist François Coignet (1740-1830) die Stampflehnbauweise in seinen Büchern und sorgte damit für eine weite Verbreitung dieses Begriffs. In seiner Arbeit zeigt Kleespies, wie die Pisébauweise erstmals im 17. Jahrhundert in der Schweiz verwendet wurde. So erstellte die Familie Gonzenbach in Hauptwil (TG) eine grosse Produktionsstätte für Leinwand mit mehrgeschossigen Gebäuden in Pisébau. Diese dienten einerseits der Fabrikation von Leinwand, andererseits aber auch als Wohnbauten für rund zweihundert Arbeiterinnen und Arbeiter. Vorbild der Hauptwiler Gebäude waren Pisébauten in Lyon, wo die Gonzenbachs eine Handelsniederlassung betrieben. Grösstes Gebäude dieser Hauptwiler Pisébauten war das «Kaufhaus», fertiggestellt 1667, das zwei Vollgeschosse auf einer Unterkellerung und darüber ein dreigeschossiges hölzernes Satteldach umfasste.

Etwa zeitgleich entstand in Genf ein Pisébau an der Rue des Amies, der während Umbauarbeiten am Bahnhof Cornavin entdeckt wurde. Hier konnte man den Bauvorgang besonders gut studieren: Die Löcher, in denen die quer zur Wand laufenden Hölzer lagen, die die Schallfellen zusammenhielten, liegen horizontal gemessen 65 Zentimeter auseinander. Ihre vertikale Distanz misst 80 bis 85 Zentimeter; so hoch war also eine Wandtappe, in die der Lehm in Schichten von etwa sechs Zentimeter Höhe eingebracht und gestampft wurde. Die Mauerstärke variierte zwischen 45 Zentimeter im Sockelbereich und 35 Zentimeter an der Mauerkrone. Die Korngrosse der im Lehm enthaltenen Steine erreichte 50 Millimeter. Die Fugen zwischen den Wandtappen wurden mit Vorlagen aus fünf bis zehn Zentimeter starkem Kalkmörtel versehen.

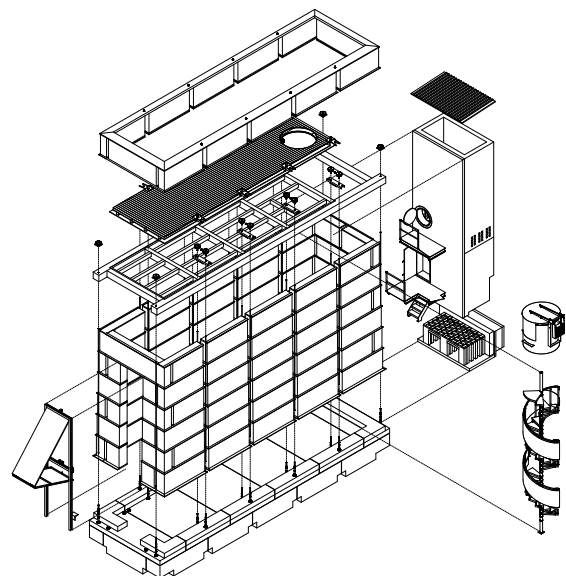
Ab 1820 entstanden auf Initiative der Thurgauischen Gemeinnützigen Gesellschaft weitere Pisékonstruktionen für Schulbauten und Wohnhäuser. Pisébauten sind die Schulhäuser von Hauptwil, Thundorf, Mühlebach und Gottshaus. Auch ausserhalb des Thurgaus entstanden Pisébauten. Einrücklich ist das Wohnhaus Schmiedgasse 60 in Herisau, das an einem steilen Hang liegt und talwärts fünf Geschosse aufweist.

¹ Thomas Kleespies, *Schweizer Pisébauten*, Dissertation, ETH Zürich, Zürich 1997.

Studienauftrag «Case Study Steel House»



Ofenturm



Bilanzen beider Serien (Abb. 04-05) zeigt, wie stark sich die Ökobilanz der grundsätzlich sehr ähnlichen Gebäude durch weitgehendes Ersetzen des Betons durch Lehm- und Holzbaustoffe verbessern lässt.

Gartenhaus:
Ein Haus ohne Zement

Das Haus im Garten erweitert die Wohn- und Büroflächen eines Münchner Hauses aus dem Jahr 1934, das vor 16 Jahren schon einmal umgebaut hatten. (Abb. 06) Der schöne Garten sollte weitestgehend erhalten bleiben. Deshalb, und um den Boden möglichst wenig zu versiegeln, wurde das Gebäude dreigeschossig geplant. Die drei ähnlichen, übereinander angeordneten Flächen sind als Wohnungen oder als Büroflächen nutz- und kombinierbar. Bei Bedarf lässt sich im Erdgeschoss eine barrierefreie Wohnung einrichten.

Die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt einfach bauen wendeten wir bei diesem Projekt an. Dazu gehören neben der reduzierten Haustechnik vor allem angemessene Fenstergrößen, einfache Konstruktionen und der Einsatz von Speichermasse, um die natürliche Lüftung und eine funktionierende Nachtauskühlung zu gewährleisten. Eine direkt auf die Dachabdichtung aufgetragene PV-Anlage soll einen Teil des Strombedarfs des Areals decken. Darüber hinaus wollten wir zeigen, dass es möglich ist, ein Gebäude völlig ohne Zement zu errichten.

Statt Beton sorgen beim Gartenhaus Lehmdecken und Wände aus Vollholz für die nötige thermische Trägheit. Damit der Lehm seine Speicherkapazität entfalten kann, muss er in den Raum wirken. Deshalb wurden industriell hergestellte Lehmsteine in gefälzte Deckenbalken aus Vollholz eingelegt. So bleiben sie im Raum sichtbar und wirksam. (Abb. 06) Die Lehmsteine bringen auch das für den Schallschutz nötige Gewicht in die Deckenkonstruktion.

Das Gartenhaus hat keinen Keller. Es ist mit Schraubfundamenten aus verzinktem Stahl gegründet, die durch die zwei Meter starke, nicht tragfähige oberste Bodenschicht geböhrt wurden. Der hinterlüftete Bereich unter der Bodenplatte und unter den Terrassen wird zum Versickern des Regenwassers genutzt, sodass sich am Wasserhaushalt des Grundstücks kaum etwas ändert.

Schon während des Entwurfsprozesses erstellten wir eine Ökobilanz, die wir laufend aktualisierten. Diese Bilanz bildet die gesamten Umweltwirkungen des Gebäudes von der Gewinnung der Rohmaterialien über den Austausch während der Nutzung bis zur Abfallbehandlung am Lebensende ab. Die Grafik (Abb. 06) zeigt die Menge an Treibhausgasen von Gebäude und Technik, die über den gesamten Lebenszyklus entstehen. Die grauen Emissionen des gesamten Gebäudes in kg CO₂-eq/m² Netto-Raumfläche pro Jahr betragen nur 6,9. Konventionelle Neubauten kommen auf Werte zwischen 10

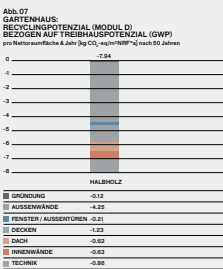
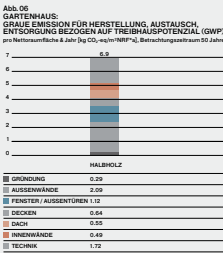
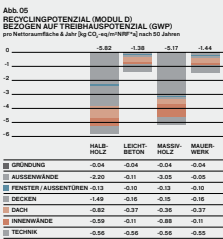


Abb. 08/09 Gartenhaus, Haus ohne Zement.
Abb. 10 Forschungsprojekt einfach bauen, Forschungshaus 4.

und 12. Die zweite Grafik (Abb. 07) zeigt das Recyclingpotenzial. Dazu wird abgeschätzt, welcher ökologische Vorteil durch die Nutzung der Baumaterialien nach dem Abbruch des Gebäudes abgeschöpft werden kann. Zum Beispiel, wenn das Holz verbrannt wird und Erdgas ersetzt werden würde. Noch besser wäre eine Wiederverwertung des Gebäudes, was die Rechenregeln jedoch nicht abbilden, da diese aktuell von einer thermischen Verwertung des Hauses nach 50 Jahren ausgehen. Das Recyclingpotenzial liegt bei 7,94 kg CO₂-eq/m² Netto-Raumfläche pro Jahr und kann die graue Emission somit ausgleichen.

Der sparsame und verantwortungsvolle Einsatz von Ressourcen sollte unser Handeln bestimmen. Auf absehbare Zeit wird es, vor allem im Tiefbau, keinen adäquaten Ersatz für Beton geben. In Bereichen, in denen es Alternativen gibt, ist es deshalb umso wichtiger, diese einzusetzen und weiterzuentwickeln. Holz und Lehm können dazu einen wichtigen Beitrag leisten.

Hochhaus HI

