

LEHMARCHITEKTUR HEUTE

VON Dominique Gauzin-Müller

GRAPHIK Pauline Sémon, Noémie Thirion

BILDKOORDINATION Claire Guyet

REDAKTIONELLE KOORDINATION Jean-Pierre Duval

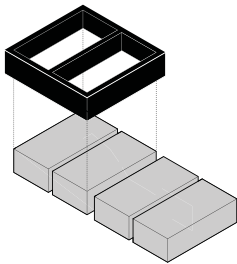
WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT Patrice Doat, Laetitia Fontaine, Hubert Guillaud

ÜBERSETZUNG Kerstin Chavent

Diese Veröffentlichung wurde unter der Schirmherrschaft des UNESCO-Lehrstuhls „Lehmarchitektur, Baukultur und nachhaltige Entwicklung“ mit Unterstützung des Forschungs- und Experimentierzentrums amàco realisiert.

Die Buchreihe „Transition écologique et sociétale“ unter der Leitung von Dominique Gauzin-Müller ist den vielfältigen Aspekten des ökologischen und gesellschaftlichen Wandels im Bauwesen und in der Raumplanung gewidmet: bioklimatische Architektur, lokale und umweltgerechte Materialien, erneuerbare Energien, Landschaft usw.

LEHMZIEGEL

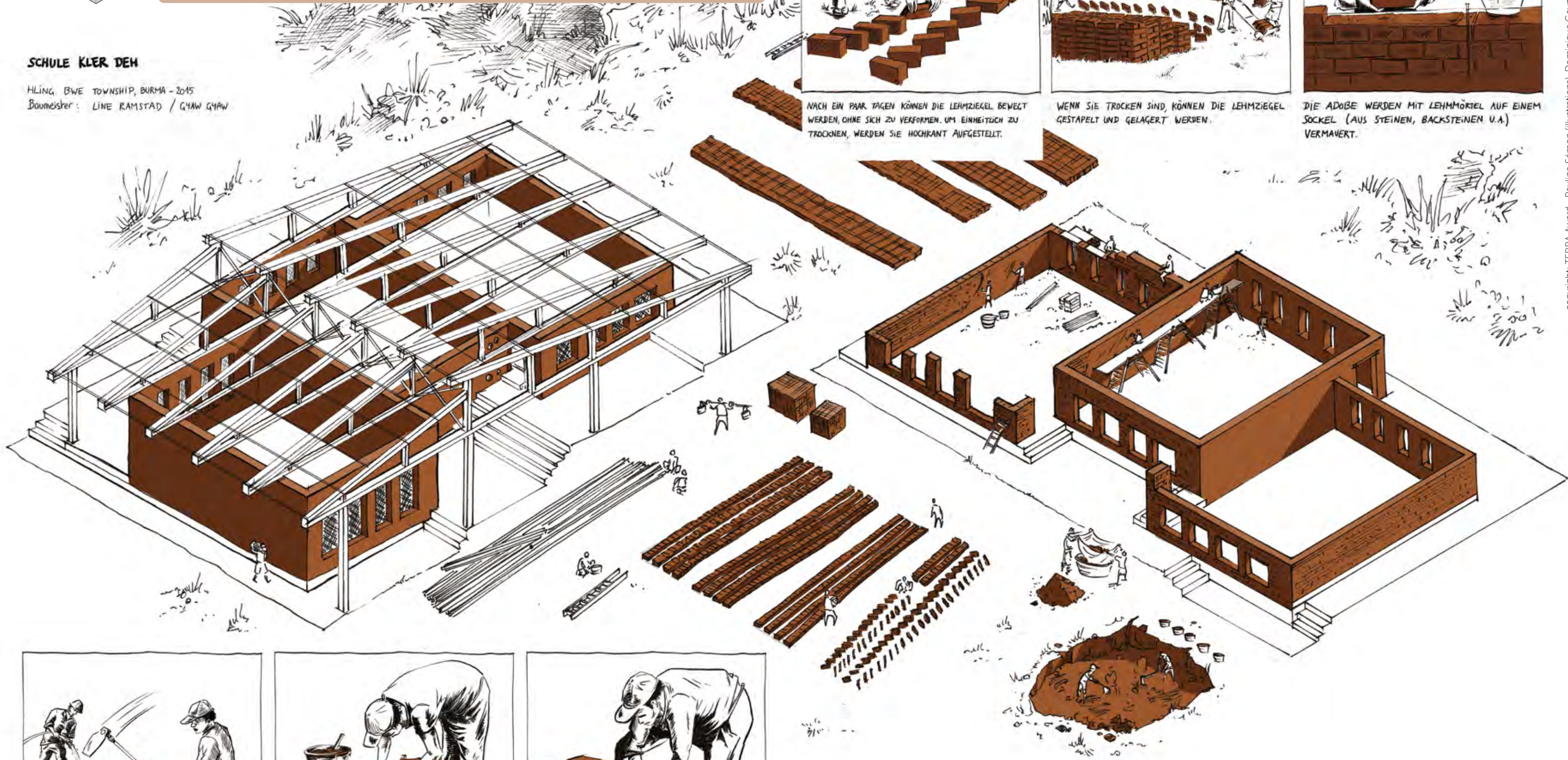


TECHNIK

Lehmziegel (Adobe) werden von Hand geformt oder in eine Form gegossen und anschließend ein paar Tage lang im Freien oder witterungsgeschützt an der Luft getrocknet. Um sie in einen plastischen Zustand zu bringen, werden Ton, Schluff und Sand mit Wasser vermischt, manchmal auch mit Fasern, um eventuelle Risse während des Trocknens zu reduzieren. Gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern kann es aufgrund des vergleichsweise hohen Transportaufwandes (Kosten und Dauer) wirtschaftlich sinnvoll und überdies schneller sein die Lehmziegel in kleinen Einheiten auf der Baustelle zu produzieren. Gewölbe und Kuppeln werden als Fortsetzung der Wände ebenfalls aus Lehm erbaut und ermöglichen damit eine Überdachung der Gebäude ohne Verwendung seltener und teurer Baumaterialien wie Holz, Stein oder Beton.

SCHULE KLER DEH

HLING BWE TOWNSHIP, BURMA - 2015
Baumeister: LINE RAMSTAD / GYAW GYAW

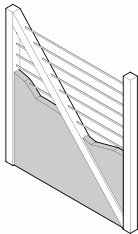


GESCHICHTE

Lehmziegel haben ihren Ursprung in der neolithischen Revolution und dem Sesshaftwerden des Menschen im Nahen Osten. Handgeformte, brotförmige Ziegel aus der Zeit um 8 000 vor Christus wurden in Jericho und Mureybet gefunden. In Catal Huyük, in der Türkei, wurden Lehmziegel entdeckt, die ungefähr 1000 Jahre später in Holzformen gegossen wurden. Etwa 20 historische Lehmziegelbauten gehören zum UNESCO-Weltkulturerbe, darunter Shibam im Jemen, Timbuktu in Mali, Aleppo in Syrien, Lima und Mexiko in Lateinamerika. In Frankreich findet man Lehmziegel vor allen in der Region Midi-Pyrénées (Haute-Garonne, Gers, Tarn).



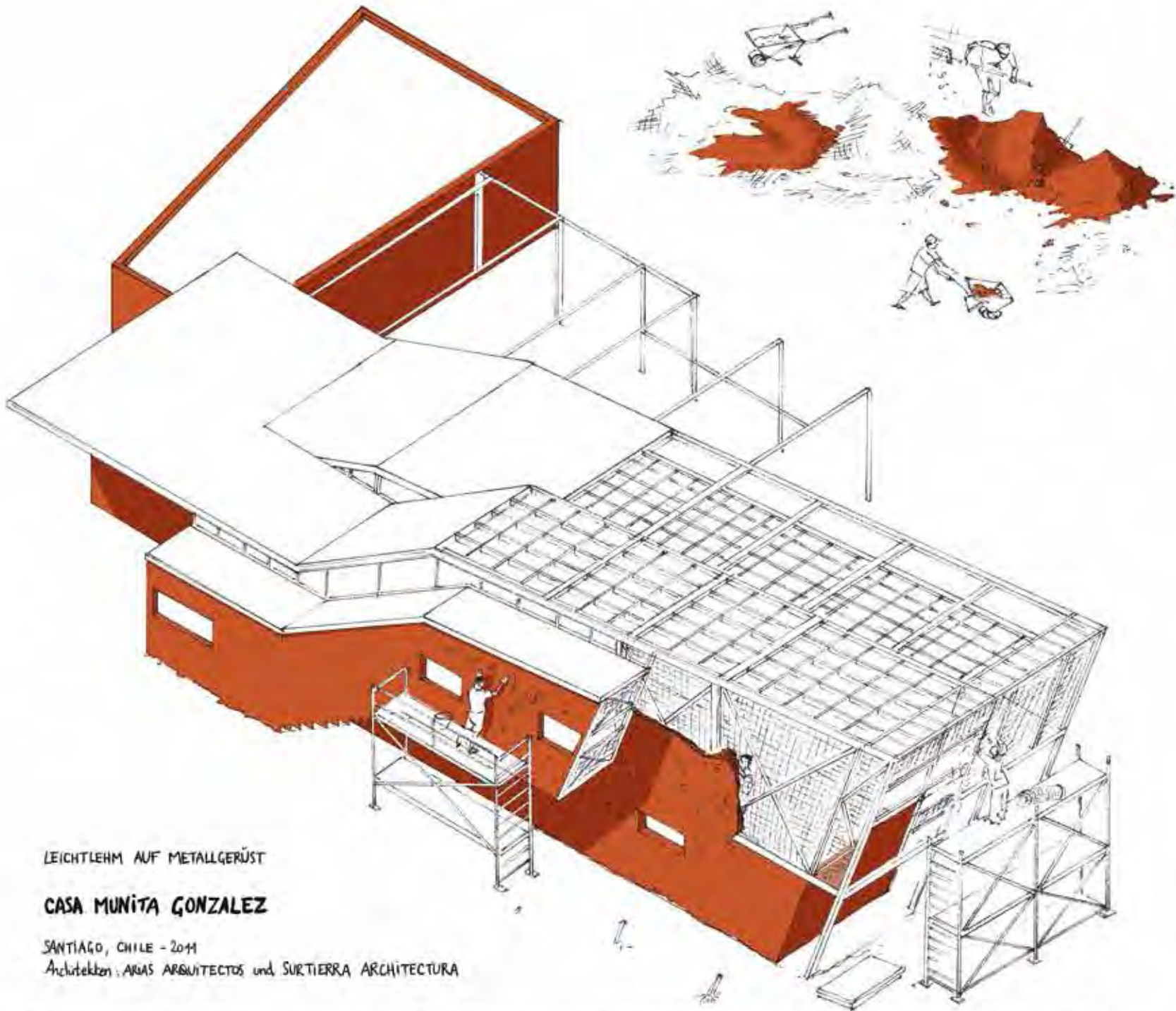
STROHLEHM



LEICHTLEHM

TECHNIK

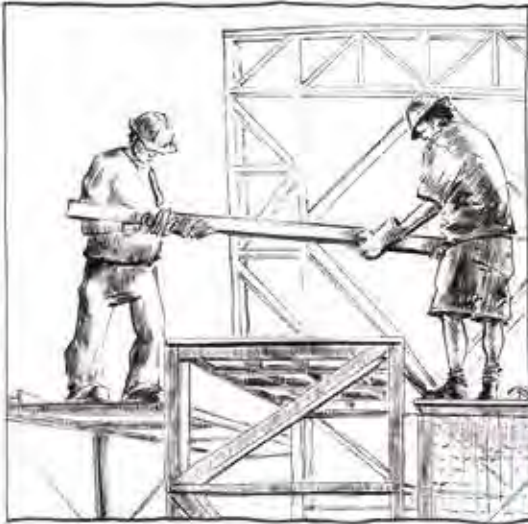
Das Grundmaterial für Strohlehm ist im Allgemeinen fein, schluffig-lehmig und klebrig. Anstelle von Sand fügt man oft pflanzliche Fasern zur Vermeidung der Rissbildung hinzu. Wenn die Mischung formbar ist, wird sie auf einem Lattengitter (Holz, Weide, Bambus) oder auf einem Flechtwerk, das in eine Fachwerkkonstruktion gespannt ist, aufgebracht. Der Chilene Marcelo Cortes war einer der ersten, der diese Technik in einer Metallstruktur angewandt hat. Der Deutsche Franz Volhard hat einen Leichtlehm aus mit Stroh vermischter Lehmschlämme entwickelt.



LEICHTLEHM AUF METALLGERÜST

CASA MUNITA GONZALEZ

SANTIAGO, CHILE - 2011
Architekten: ANAS ARQUITECTOS und SURTIERRA ARCHITECTURA



DIE STRUKTUR WIRD VOR ORT MONTIERT. NORMALERWEISE IST SIE AUS HOLZ, HIER JEDOCH AUS METALL.



DER LEHM WIRD MIT 15 BIS 30 % WASSER VERMENGTE, UM EINE HOMOGENE, FORMBARE MISCHUNG ZU ERHALTEN, HIER MIT STROHZUSATZ.



DIE MISCHUNG WIRD PER HAND AUF DIE STRUKTUR, HIER AUF EIN STAHLGITTER, AUFGETRAGEN.



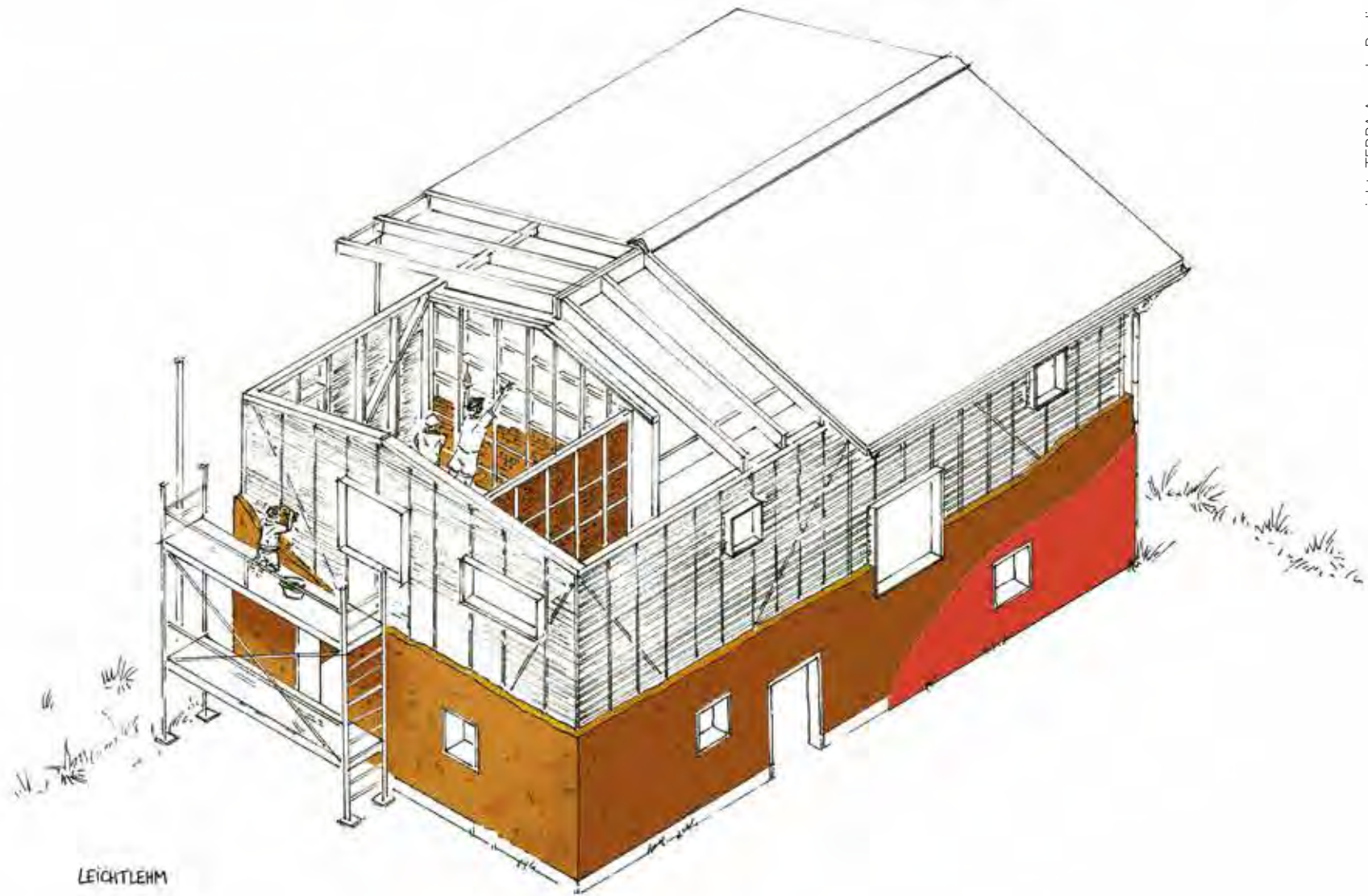
DER LEHM WIRD VON HAND GEGLÄTTET.



DIE PLANHEIT WIRD MIT EINER GROßEN RICHTLATTE GEPRÜFT.



WENN DIE WAND TROCKEN IST, WIRD EIN (EVENTUELL MIT LUFTKALK STABILISIERTER) LEHMPUTZ AUFGETRAGEN.



LEICHTLEHM

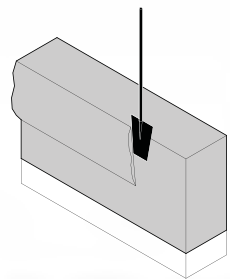
HAUS J

DARMSTADT, DEUTSCHLAND - 2012
Architekten: SCHAUER und VOLHARD

GESCHICHTE

Strohlehm ist eine der ältesten Bautechniken. Sie kam im Nahen Osten gegen Ende des zehnten vorchristlichen Jahrtausends erstmals zum Einsatz und wurde von den neolithischen Kulturen der Donauregion weiterentwickelt, bevor sie sich in den baumbestandenen Gegenden Kontinentaleuropas ausbreitete. Die Technik entwickelte sich außerdem in den tropischen Feuchtgebieten Afrikas und Südamerikas. Einige Standorte gehören zum UNESCO-Weltkulturerbe: der mittelalterliche Stadtkern von Straßburg und Provins in Frankreich, die Stadt Diamantina in Brasilien, die ottomanischen Häuser von Safranbolu in der Türkei, die Königsgräber von Buganda in Uganda.





Eine Wand in Wellerbau ist mindestens 40 bis 60 cm dick und monolithisch wie Stampflehm. Normalerweise besteht sie aus aufeinandergestapelten Lehmklumpen, denen oft pflanzliche Fasern und manchmal Mineralien (Silexsplitter oder zerstoßene Backsteine) zugefügt sind. Wenn die Schichten eine Höhe von 50 bis 60 cm erreichen, werden die Seiten beklopft, um Trockenrisse zu vermeiden. Anschließend werden sie zugeschnitten oder mit einem Spaten abgestochen, um eine ebene Oberfläche zu erhalten. In den ländlichen Regionen Frankreichs stapelte man Lehmklumpen mit der Forke aufeinander, doch in den meisten Gegenden der Welt werden die Wände wie riesige Skulpturen per Hand geformt.



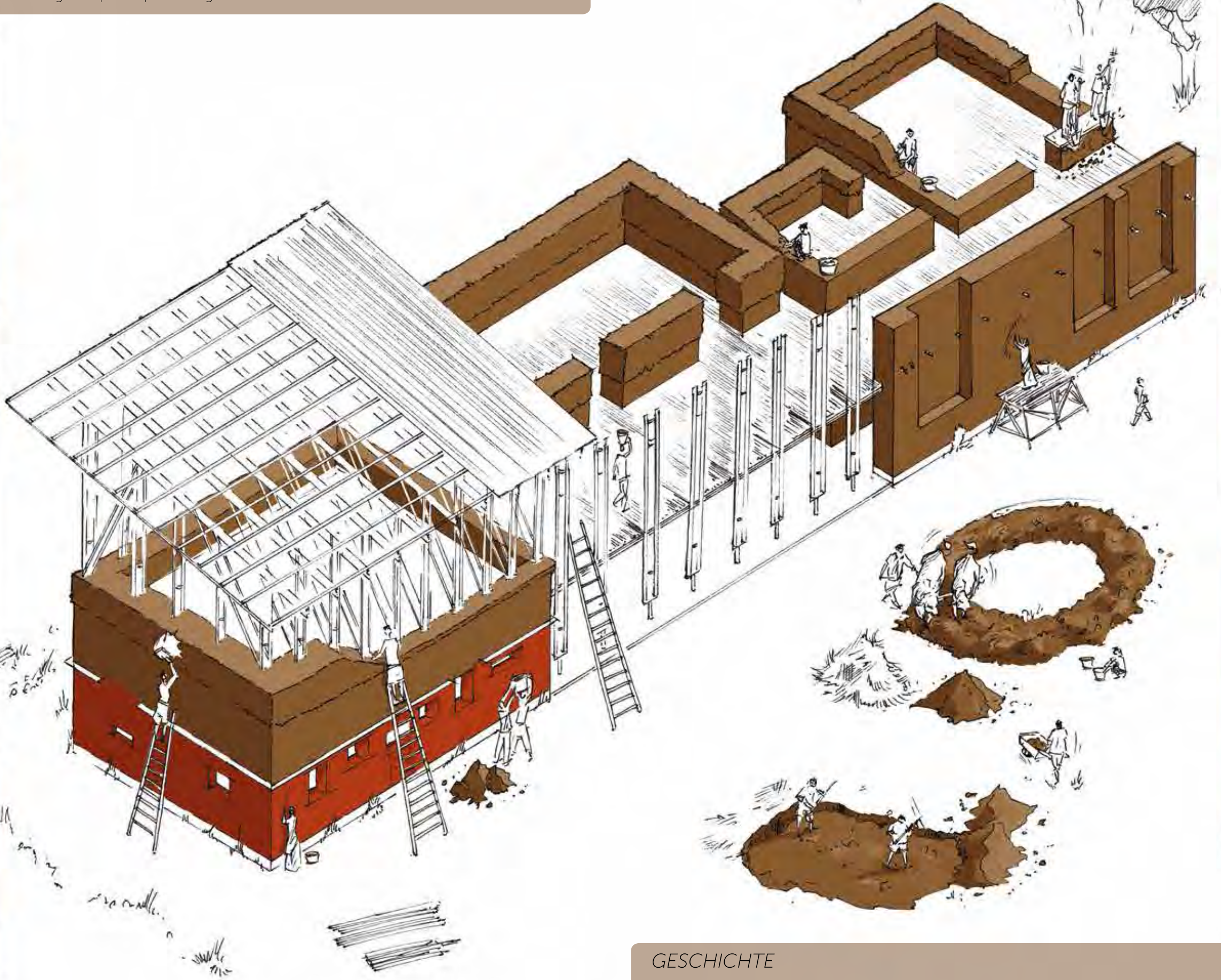
DER LEHM STAMMT MEISTENS VOM BAUGRUND UND WIRD IN PLASTISCHEM ZUSTAND VERKNETET (15 BIS 30% WASSER). HIER WURDE REISSTROH HINZUGEFÜGT UND VON BÜFFELN DURCHGEWALKT.



DIE MISCHUNG WIRD VON HAND ZU LEHMKLUMPEN GEFORMT UND ANSCHLIEßEND EINZELN, IN EIMERN, ODER IN KÖRBEN ZUR WAND GETRAGEN.



DIE LEHMKLUMPEN WERDEN ZU SCHICHTEN VON ETWA 50 BIS 60 CM HÖHE AUF EINEM SOCKEL GESTAPELT, UM EINE BESSERE VERBINDUNG UNTEREINANDER ZU ERHALTEN. WERDEN SIE OFT MIT ETWAS SCHWUNG GEWORFEN.



JEDE SCHICHT WIRD BEKLOFFT, UM WÄHREND DER ETWA ZWEI WOCHEN DAUERNDEN TROCKENPHASE EVENTUELL SICH BILDENDE RISSE ZU VERSCHLIEßEN.



DIE BEIDEN SEITEN DER WAND WERDEN MIT EINEM SPATEN ODER EINEM ANDEREN SCHNITTWERKZEUG BEGRADIGT.



DIE ÜBERSTEHENDEN STROHRESTE WERDEN ENTFERNT, UM EINE GLATTE WAND ZU ERHALTEN. SOLL DIE OBERFLÄCHE VERPUTZT WERDEN, EMPFIEHLT ES SICH DIE WAND LEICHT AUFZURAUEN, UM DEM PUTZ EINEN GUTEN HALT ZU GEBEN.

GESCHICHTE

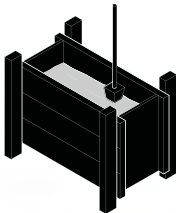
Wie der auf Zweigen aufgebrachte Strohlehm und die handgeformten Lehmziegel ist auch der Wellerbau gegen Ende des zehnten Jahrtausends vor Christus im Nahen Osten entstanden. Die Unterkünfte der ersten sesshaften Menschen wurden aus Lehm mit pflanzlichen Fasern modelliert. Die arabische Halbinsel verfügt über wunderschöne Wellerbau-Beispiele. Diese Bauweise findet sich ebenfalls in der traditionellen afrikanischen Architektur (Burkina Faso, Benin, Ghana, Nigeria usw.) und im ländlichen Kulturgut des englischen Devon und der italienischen Abruzzens. Nicht zu vergessen sind in Frankreich die bourrines der Vendée und die longères der Bretagne und der Normandie.

AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR ELEKTRIKER

RUDRAPUR, BANGLADESCH – 2008
Architektin: ANNA HERINGER

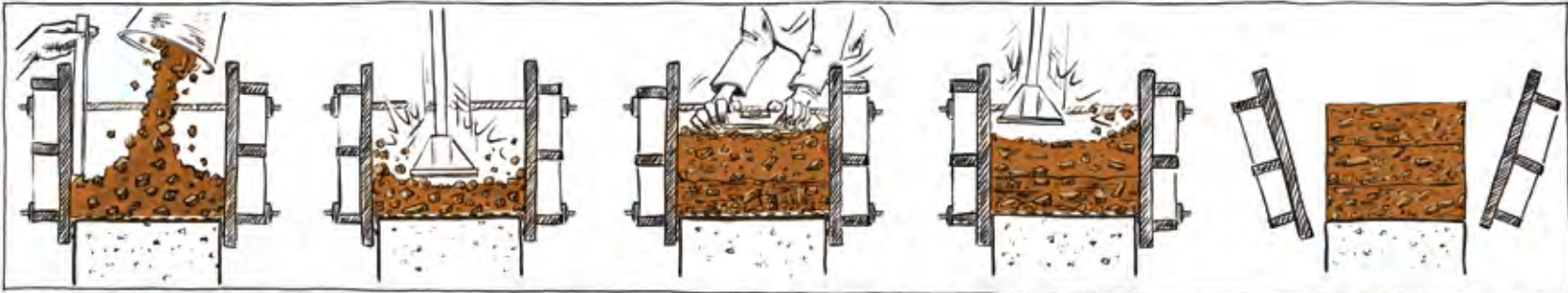


STAMPFLEHM



TECHNIK

Stampflehm ermöglicht es, massive tragende Wände zu bauen, indem man in einer Schalung dünne Schichten aus loser Erde verdichtet. Die kaum feuchte Mischung kann sofort ausgeschalt werden. Die gestampften Schichten bleiben sichtbar und haben aufgrund ihrer Körnung und Farbe eine reiche Textur. Wegen des hohen Arbeitsaufwands gehört Stampflehm in den industrialisierten Ländern zu den teuren Bauweisen. Unternehmer wie der Österreicher Martin Rauch arbeiten daran, die Kosten durch die Herstellung von Fertigteilen zu senken. In einigen Ländern ist eine Stabilisierung mit ca. 10 % Zement Pflicht.



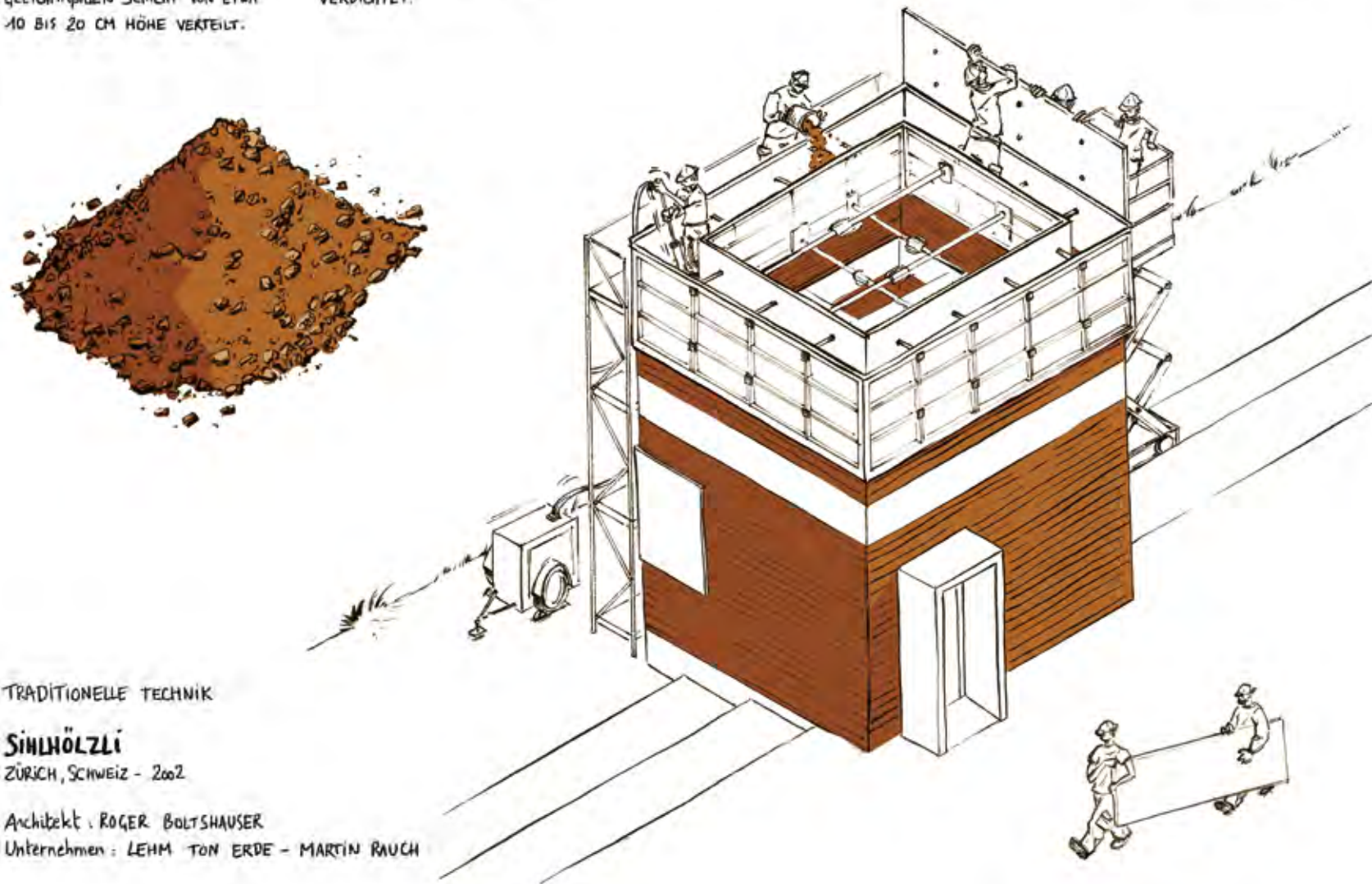
DIE ERDFEUCHTE MISCHUNG (40 BIS 45% WASSERANTEIL) AUS KIES/SCHOTTER, SAND UND LEHM WIRD IN DIE SCHALUNG GESCHÜTTET UND DARIN ZU EINER GLEICHMÄßIGEN SCHICHT VON ETWA 10 BIS 20 CM HÖHE VERTEILT.

DIE ERDE WIRD MIT HILFE EINES MANUELLEN HOLZ- ODER STAHLSTAMPFERS ODER EINES PNEUMATISCHEN STAMPFERS VERDICHET.

DIE NÄCHSTE SCHICHT WIRD EINGEBRACHT UND WIEDER VERTEILT.

JEDER NEUE SCHICHT WIRD GESTAMPT.

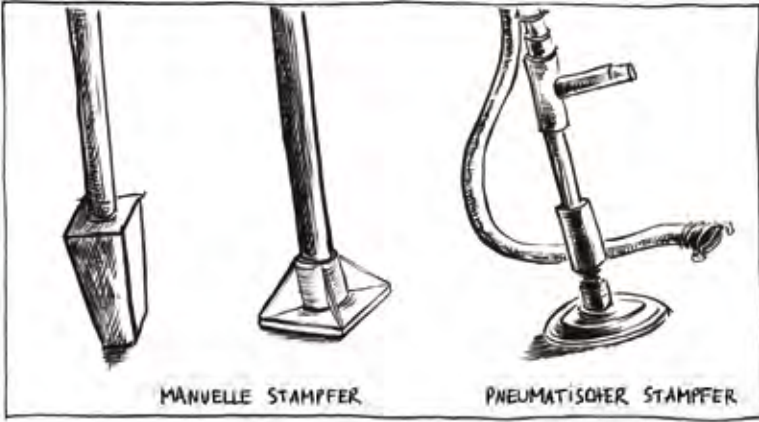
DIE IN DER REGEL ZWISCHEN 60 UND 80 CM BREITE WAND KANN SOFORT AUSGESCHALT WERDEN.



TRADITIONELLE TECHNIK

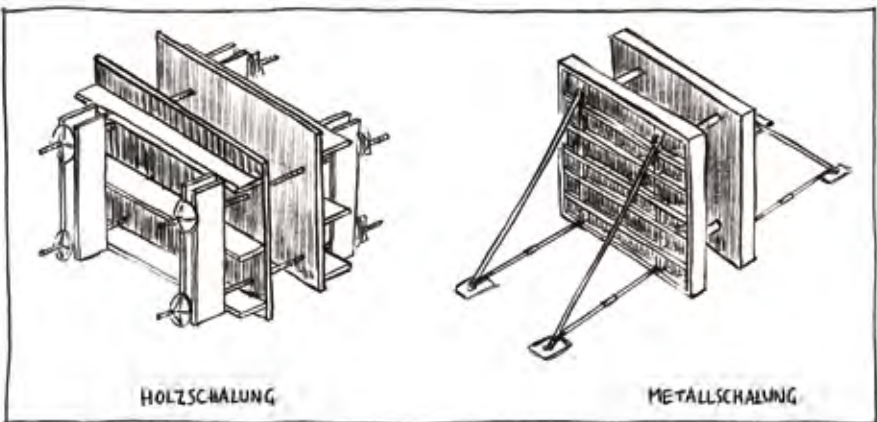
SINNLÖTZLI
ZÜRICH, SCHWEIZ - 2002

Architekt: ROGER BOLTSHAUSER
Unternehmen: LEHM TON ERDE - MARTIN RAUCH



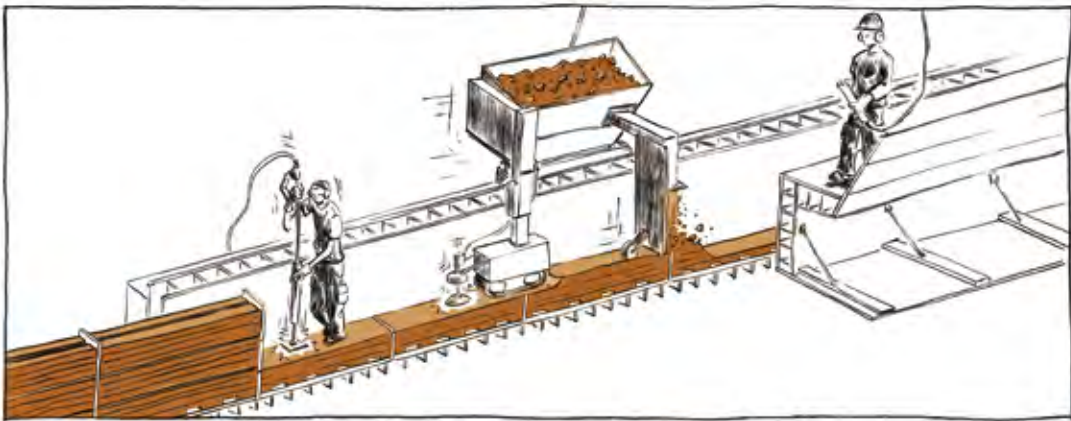
MANUELLE STAMPFER

PNEUMATISCHER STAMPFER



HOLZSCHALUNG

METALLSCHALUNG



DIE FASSADENELEMENTE WERDEN IN SERIE IN EINER SCHALUNG VON 50 M LÄNGE VORGEFERTIGT.

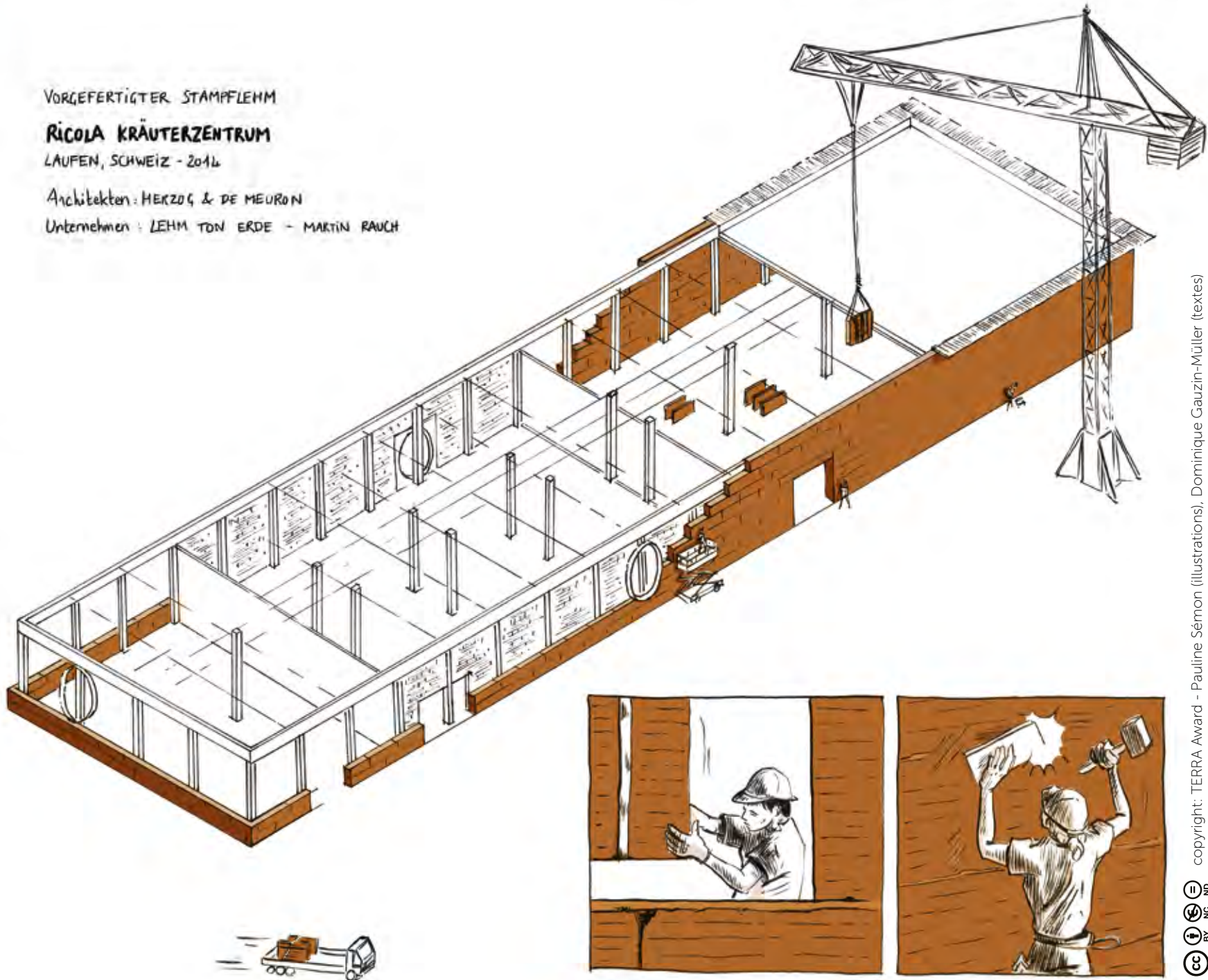


BEVOR SIE ZUR BAUSTELLE TRANSPORTIERT WERDEN, MÜSSEN SIE VOLLSTÄNDIG GETROCKNET SEIN.

VORGEFERTIGTER STAMPFLEHM

RICOLA KRÄUTERZENTRUM
LAUFEN, SCHWEIZ - 2016

Architekten: HERZOG & DE MEURON
Unternehmen: LEHM TON ERDE - MARTIN RAUCH



DIE VORGEFERTIGTEN MODULE WERDEN MIT LEHMMÖKTEL ZUSAMMENGEFÜGT.



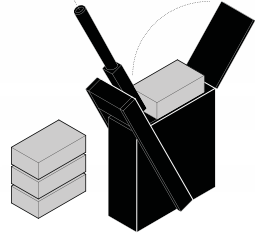
DIE FUGEN WERDEN VON HAND MIT DER ORIGINALMISCHUNG RETUSCHIERT.

GESCHICHTE

Aufgrund der technischen Anforderungen des Verschalens hat sich der Stampflehm erst wesentlich später als Lehmziegel oder Strohlehm verbreitet. Sehr alte Überreste (9. Jahrhundert vor Christus) wurden in Tunesien gefunden. Viele Stampflehmgebäude gehören heute zum UNESCO-Weltkulturerbe: Teile der Großen Mauer in China, der Potala-Palast im Tibet, die Alhambra in Granada und der Ksar Ait-Ben-Haddou in Marokko. In Frankreich ist Stampflehm vor allem in der Region Auvergne-Rhône-Alpes beheimatet: rund 40 % der ländlichen Gebäude, aber auch mehrere Stadthäuser des alten Lyon wurden mit dieser Technik gebaut. Die Bücher des Architekten und Unternehmers François Cointeraux (1740–1830) haben viel zu seiner Wiederbelebung und Verbreitung beigetragen.



GEPRESSTE LEHMSTEINE

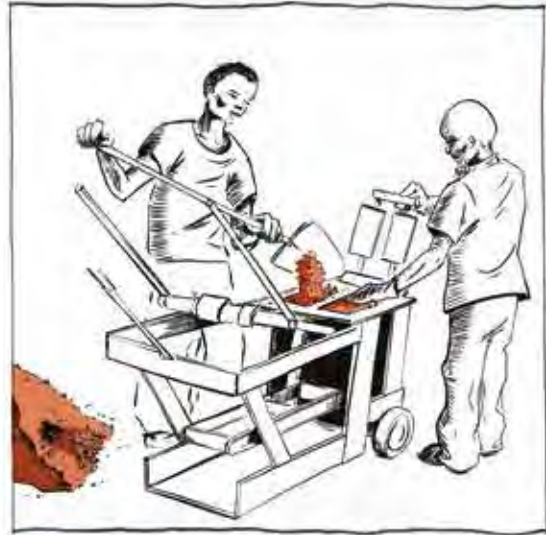


TECHNIK

Gepresste Lehmsteine werden in manuellen oder mechanischen Pressen mit feuchter und loser Erde hergestellt, die aus einer gleichteiligen Mischung aus Lehm, Schluff, Sand und feinem Kies besteht. Um die mechanischen Eigenschaften und die Wasserresistenz zu erhöhen, werden fast immer Zement und/oder Kalk zugegeben. In einigen Fabriken werden bis zu 50 000 Blöcke pro Tag hergestellt, doch aufgrund der notwendigen Logistik und des Materialtransports sind industriell gefertigte Lehmsteine oft weniger wirtschaftlich und ebenfalls weniger ökologisch, als die in transportablen manuellen Pressen auf der Baustelle hergestellten Blöcke.



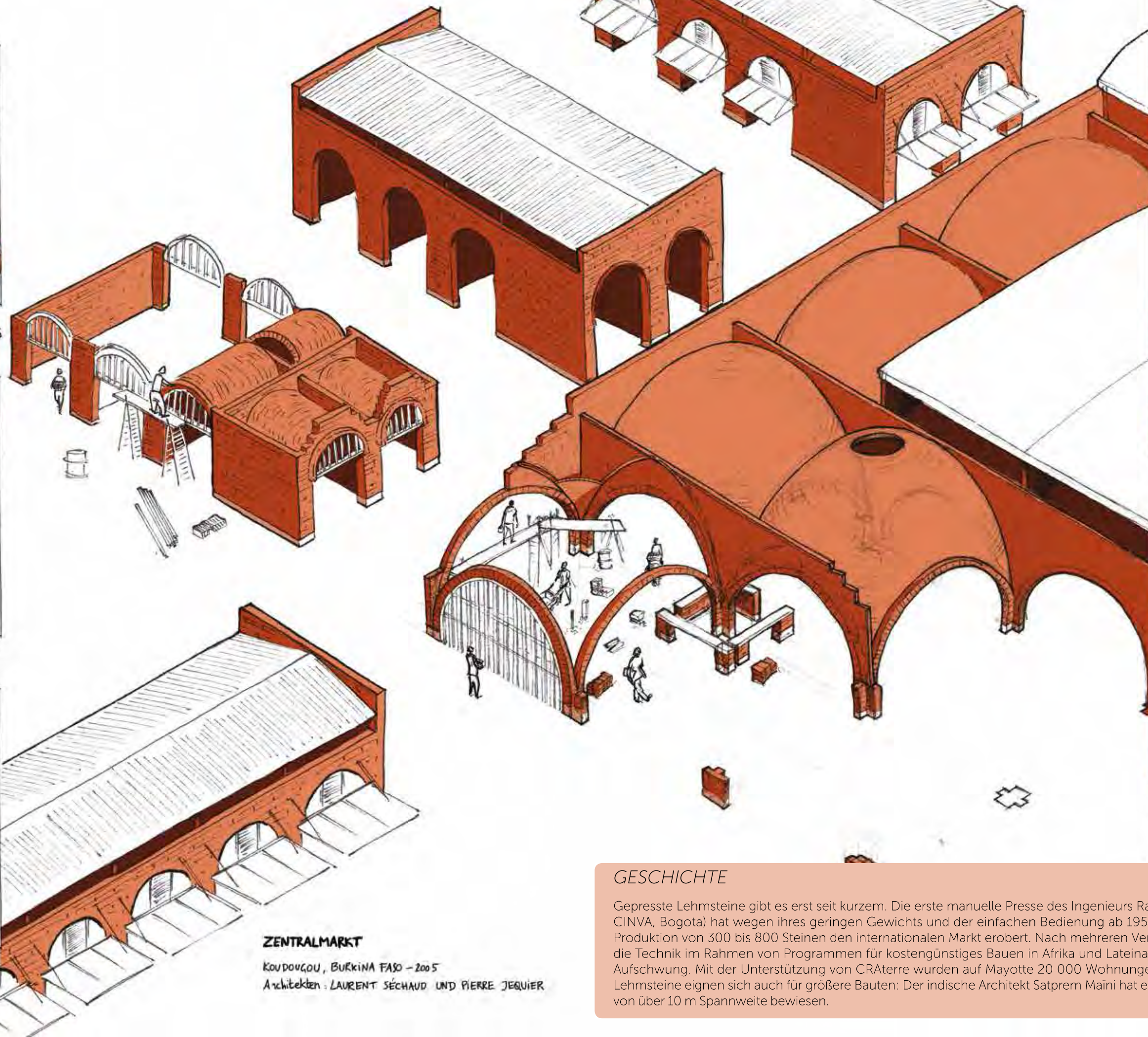
BEI DER HERSTELLUNG WIRD DIE ERDE ZERKLEINERT UND GESIEBT, UM EIN PULVERIGES, KAUM FEUCHTES HOMOGENES BAUMATERIAL ZU ERHALTEN.



DIE MISCHUNG WIRD IN DIE FORM DER PRESS GEGEBEN.



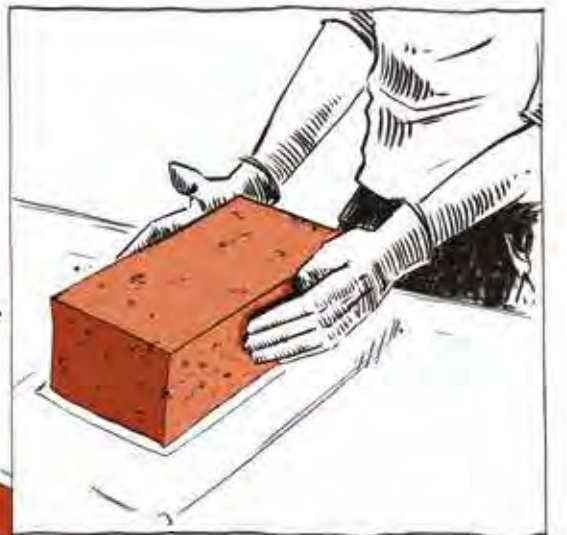
DER LEHM WIRD MANUELL VERDICHET.



ZENTRALMARKT

KOUDOUGOU, BURKINA FASO – 2005

Architekten: LAURENT SÉCHAUD UND PIERRE JÉQUIER



DA DIE KANTEN ZERBRECHLICH SIND, WIRD DER LEHMSTEIN VORSICHTIG AUS DER FORM HERAUSGENOMMEN.



WENN DIE LEHMSTEINE STABIL SIND, WERDEN SIE IN EINEM LAGER GESTAPELT UND UNGEFÄHR 28 TAGE LANG UNTER EINER PLANE FEUCHT GEHALTEN.



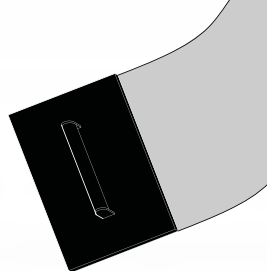
DIE GEPRESSTEN LEHMSTEINE WERDEN MIT LEHMMÖRTEL VERMAUERT.

GESCHICHTE

Gepresste Lehmsteine gibt es erst seit kurzem. Die erste manuelle Presse des Ingenieurs Raul Ramirez (Zentrum CINVA, Bogota) hat wegen ihres geringen Gewichts und der einfachen Bedienung ab 1950 mit einer täglichen Produktion von 300 bis 800 Steinen den internationalen Markt erobert. Nach mehreren Verbesserungen erlebte die Technik im Rahmen von Programmen für kostengünstiges Bauen in Afrika und Lateinamerika einen großen Aufschwung. Mit der Unterstützung von CRAtterre wurden auf Mayotte 20 000 Wohnungen gebaut. Gepresste Lehmsteine eignen sich auch für größere Bauten: Der indische Architekt Satprem Maini hat es mit einem Gewölbe von über 10 m Spannweite bewiesen.



LEHMPUTZ



TECHNIK

Lehmputze sind ein einfach anzuwendender Baustoff. Sie lassen sich leichter verarbeiten als Gips oder Zement, weil sie langsamer trocknen und weniger ätzend auf die Haut wirken. Es werden dieselben Werkzeuge verwendet: Mörtelkübel zum Vermengen der Mischung, Kellen, Spachtel, Glätter. Als Basis für den Putz wird häufig sandiger Lehm mit etwas Wasser vermengt, um eine zähflüssige Masse zu erhalten, die man leicht auf die verschiedenen Untergründe auftragen kann. Um Risse zu vermeiden ist es manchmal nötig, dem Mörtel pflanzliche Fasern beizumengen. Für die ein paar Millimeter dicke Endschicht braucht man eine feinere Mischung.



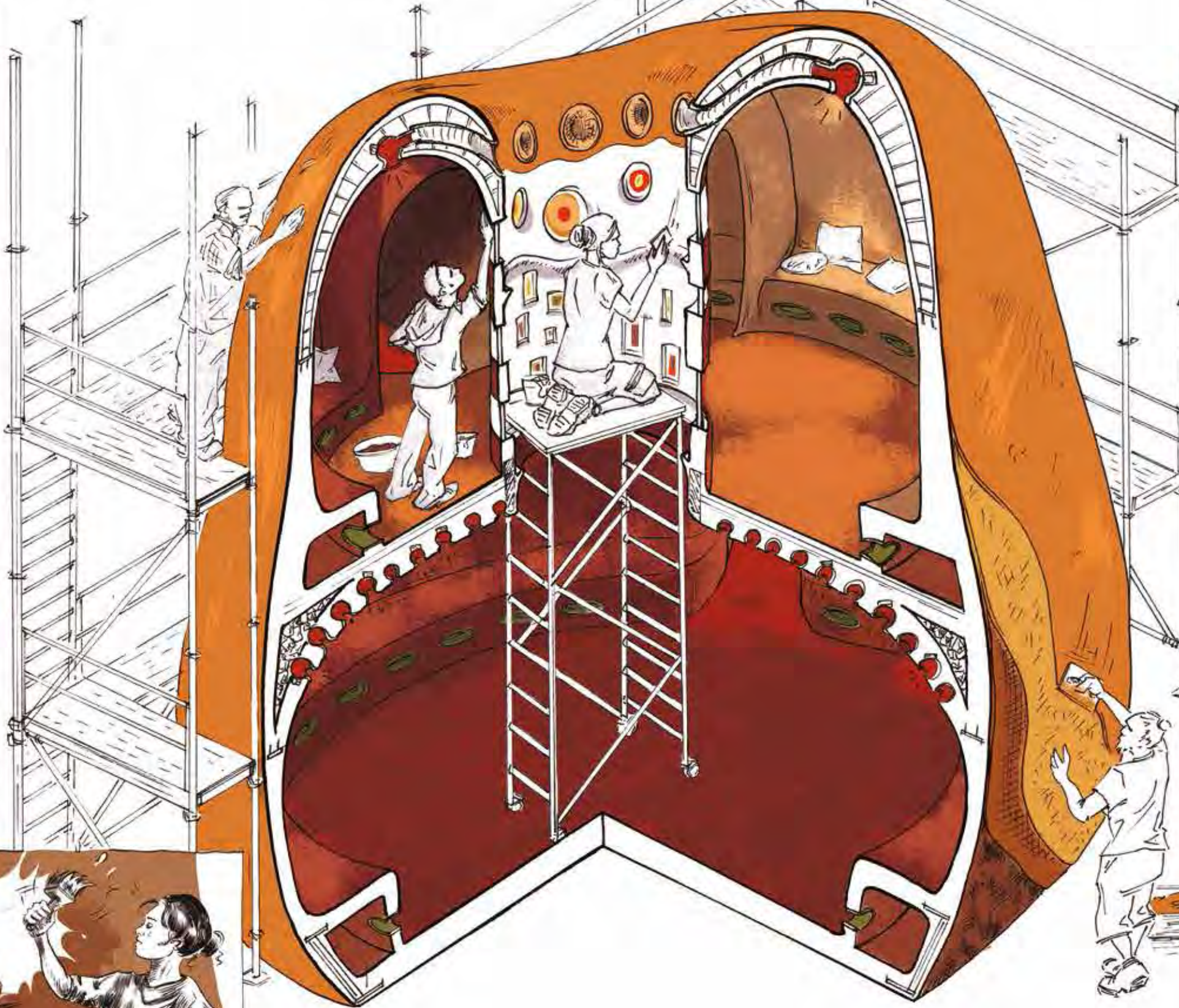
DIE ERDE WIRD GESIEBT, UM NUR LEHM, SCHLUFF UND SAND ZU ERHALTEN.



DURCH DIE ZUGABE VON 15 BIS 35% WASSER ERHÄLT MAN EINE DICKFLÜSSIGE MASSE. UM RISSE ZU VERMEIDEN, IST ES MANCHMAL NOTWENDIG, SAND UND/ ODER PFLANZENFASERN HINZUZUFÜGEN.



VOR DEM VERPUTZEN MUSS DER UNTERGRUND VORBEREITET WERDEN: FÜR EINE BESSERE HAFTUNG WIRD DIE WAND AUFGERAUT UND ANSCHLIEßEND BEFEUCHTET.



MIT DEM GRUNDPUTZ KÖNNEN AUCH UNEBENHEITEN AUSGEGLICHEN WERDEN, DAMIT EINE EINHEITLICHE OBERFLÄCHE ENTSTEHT. DIE SEHR SANDIGE UND/ ODER FASERIGE MISCHUNG VON 2 BIS 3 CM DICKE WIRD MIT EINER KELLE ODER EINEM SPACHTEL AUFGETRAGEN.



DIE SCHICHT DES FEINPUTZES IST SEHR DÜNN. HIER WURDE EINE BESONDERE MISCHUNG AUS LEHM, SAND UND WACHS MIT DER KELLE AUFGETRAGEN UND POLIERT. DAS WACHS ERHÖHT DIE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT.



FÜR EINE STRUKTURIERTE OBERFLÄCHE KANN DER FEINPUTZ AUCH VON HAND AUFGETRAGEN WERDEN.

GESCHICHTE

Auch wenn die Japaner die unangefochtenen Meister dieser Kunst sind, haben Lehmputze auf allen Kontinenten eine lange Tradition. Manchmal sind sie mit geometrischen Motiven verziert oder mit Zeichnungen, die mit verschiedenen natürlichen Farben spielen: von gelbem oder rotem Ocker bis zu Schwarz. Im Grenzgebiet von Ghana und Burkina Faso beweisen die Frauen der Kassena mit den auf die Wände ihrer Häuser aufgetragenen Dekorationen ihr Können. In den industrialisierten Ländern findet man heute gebrauchsfertigen Putz in Säcken in allen möglichen Texturen und Farben.

OMICRON MONOLITH

KLAUS, ÖSTERREICH – 2015
Entwurf: ANNA HERINGER UND MARTIN RAUCH



DIE ERDE TESTEN

AUSHUB, ZUSAMMENSETZUNG UND FELDVERSUCHE

Um die hier dargestellten Experimente durchzuführen und die Zusammensetzung des Bodens zu bestimmen, muss man ein Loch graben und unter der Humusschicht eine Bodenprobe entnehmen.

DIE ERDE ENTHÄLT:



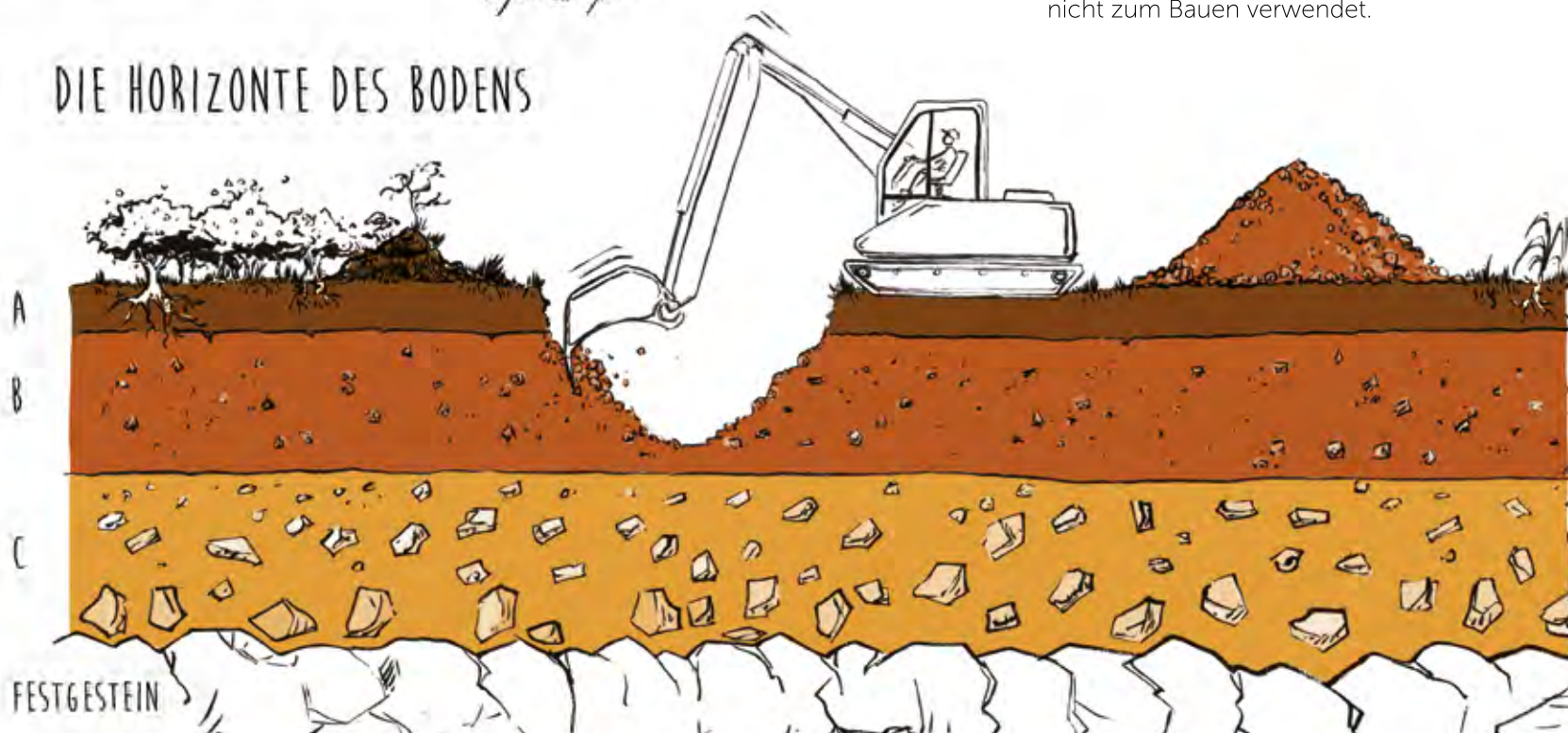
Die zum Bauen geeignete Erde setzt sich aus fünf Elementen zusammen: Steine, Kies, Sand, Schluff und Ton. Doch was ist die richtige und optimale Zusammensetzung?

Jeder Boden ist einzigartig, und seine Beschaffenheit muss vor dem Beginn des Baus untersucht werden, um entsprechend den Gegebenheiten des Standorts die am besten geeignete Bautechnik zu finden. Für Strohlehm, Wellerbau und Lehmziegel benötigt man den feineren, puren Lehmanteil (Ton, Schluff und Sand). Für Stampflehm ist es gut, wenn Lehm, Sand und Kiesel bereits durchmischt sind.

Der Boden besteht aus mehreren Schichten, die Horizonte genannt werden. Für den Bau geeignet ist zumeist der fast ausschließlich mineralische Horizont B.

Die nährstoffreiche Erde an der Oberfläche ist für die Landwirtschaft reserviert und wird nicht zum Bauen verwendet.

DIE HORIZONTE DES BODENS



MIT DEN HÄNDEN BERÜHREN

DIE FOLGENDEN EXPERIMENTE ERMÖGLICHEN ES, SEHR SCHNELL DIE ZUSAMMENSETZUNG DES BODEN ZU BESTIMMEN UND ZU BEGREIFEN.

DAS MATERIAL



Ein Handvoll Erde aus der zweiten Bodenschicht (Horizont B)



Eine kleine mit Wasser gefüllte Flasche mit einem Loch im Deckel.

1. BERÜHREN

Die Erde ist in einem trockenen Zustand: trocken beim Anfassen und nicht modellierbar. In den Händen reiben und die Kiesel aussortieren, wenn es welche gibt.



Ist die Erde weich oder rau, fein oder grob?

Schon beim Berühren spürt man, ob sie viel Lehm und Schluff enthält oder aber viel Sand und Kies.



Kann man die Erdklümpchen zerbröseln? Wenn die Elemente aneinanderkleben, gibt es sicher eine Menge Lehm.

2. HÖREN UND RIECHEN



Die Erde vor dem Ohr zerreiben. Jede Erde hat entsprechend der Proportionen ihrer Bestandteile einen eigenen Klang.

Etwas Wasser hinzufügen und vermischen. Die Erde ist nun feucht: bröselig, etwas modellierbar, aber mürbe.



Wie riecht die Erde?

Ein modriger Geruch (Humus) weist auf die Präsenz von Pflanzenmaterial hin. Andernfalls setzt sich die Erde nur aus mineralischen Bestandteilen zusammen.

3. ABDRUCKTEST

Noch etwas Wasser hinzufügen, um einen plastischen Zustand zu erreichen. Die Erde ist jetzt leicht modellierbar, nicht mürbe und klebt nicht an den Fingern.



In der Handfläche eine kleine Kugel formen.



In der Mitte einen Abdruck mit dem Daumen machen.



Ein paar Tropfen Wasser hinzufügen und die Sekunden zählen, bis das Wasser vollständig von der Erdkugel aufgesaugt wurde.



Je langsamer das Wasser eindringt, desto mehr Lehm ist in der Erde. Lehm dichtet ab.

4. DIE BESTANDTEILE TRENNEN

Nach und nach mehr Wasser in die Handfläche gießen, bis die Masse zähflüssig wird. Die Erde ist nun schwer modellierbar, klebt an den Fingern, zerfließt aber nicht.



Noch mehr Wasser hinzufügen und sanft mit der anderen Hand waschen, bis das ablaufende Wasser klar und sauber erscheint. Die Erde erreicht einen flüssigen Zustand.



Nun sind die verschiedenen Bestandteile je nach Korngröße heraufgefiltert. Alles, was in der Handfläche bleibt, ist zu groß, um vom Wasser fortgespült zu werden: Sand und Körner.

DER ZIGARRENTTEST

WIE WIRD DIE LEHMMENGE IM BODEN BESTIMMT?

MATERIAL



Ein Sieb



Eine Schüssel



Eine Kelle



Eine kleine mit Wasser gefüllte Flasche mit einem Loch im Deckel



Ein Lineal



Eine Bodenprobe

1.



Die Erde in die Schüssel sieben, um sie von Kiesel und Steine zu trennen.

2.



Am nächsten Morgen eine Kugel aus der Mischung formen.

5.



Die entstandenen Stücke nebeneinanderlegen, messen und die Durchschnittslänge (L) ermitteln.

Wenn $L < 5\text{cm}$, ist die Erde wenig lehmhaltig.
Wenn $5 < L < 15\text{cm}$, ist die Erde lehmhaltig.
Wenn $L > 15\text{cm}$, ist die Erde sehr lehmhaltig.



24 Stunden ruhen lassen.



Wasser hinzufügen und mischen, bis eine plastische Masse entsteht. Die Erde ist jetzt leicht modellierbar, nicht mürbe und klebt nicht an den Fingern.

4.



Die Zigarre nehmen und vorsichtig hochheben.



Sie wird von alleine in mehrere Stücke zerbrechen. Diese Stücke beiseitelegen und das letzte Stück wegwerfen.

WAS IST PASSIERT?

Je größer der Durchschnitt der Stücke ist, desto mehr Kohäsion (Klebrigkeit) liegt vor und desto höher ist auch der Lehmgehalt.

DER FLASCHENTEST

WIE WIRD DIE ZUSAMMENSETZUNG DES BODENS BESTIMMT?

DAS MATERIAL

Eine Literflasche aus Glas mit einer Markierung für $\frac{1}{4}$ Liter



Ein Trichter



1 Liter Wasser



Eine Bodenprobe

1.



Die Erde bis zur Markierung in die Flasche füllen.

2.

Bemerkt man einen modrigen Geruch (Humus)? Wenn ja, dann enthält die Erde organisches Material.



4. WAS PASSIERT?

Die mit dem Wasser vermischten Erdbestandteile werden sich langsam unten in der Flasche absetzen, zuerst die schweren Teile, dann die leichten.



3.

Noch einmal mischen und die Flasche an einem Ort stellen, wo sie während des ganzen Experiments nicht mehr bewegt wird. Der Test kann beginnen.



Gut mischen.



Die fortlaufende Fällung der Körner mit einer Lupe beobachten. Das Experiment ist beendet, wenn das sich oben sammelnde Wasser durchsichtig ist. Nun kann man alle Bestandteile sehen.



ORGANISCHE BESTANDTEILE

WASSER

SCHLUFF UND LEHM

SAND

KIES