



holz und Lehm

Tagungsbeiträge zum Symposium »Holz und Lehm«, Biberach 2012



+ zusätzlich
Projektbeispiele
Holz + Lehm





von Karl-Josef Weber

Holzbau und Lehmbebau – ein lohnender Weg?



Der moderne Holzbau schreibt sich auf die Fahnen, Nachhaltigkeit und Ökologie zu vereinen.

Der Grund: Holz als Baustoff ist nachwachsend. Es bindet durch seine Verwendung CO₂ und kann problemlos entsorgt und weiterverarbeitet werden – falls es nicht durch chemische Zusätze in seinen Grundeigenschaften verändert wurde!

Gerade in diesem Bereich werden wir mit einer immer höheren Sensibilität des Verbrauchers rechnen müssen. Vor allem gegen die von Plattenwerkstoffen ausgehenden Emissionen durch Kleber, Fasern und Beschichtungen werden die Vorbehalte ansteigen. Ebenso kritisch werden erdöl-basierte Produkte betrachtet – Entsorgung und Recycling werden zunehmend zum entscheidenden Argument.

Diese Tatsachen werden Handwerk und Industrie langfristig dazu zwingen, neue Wege zu beschreiten.

Bei genauer Betrachtung der Fakten, auch unter ökologischen Gesichtspunkten, müssen die modernen Baustoffe also eine Menge von Bedingungen erfüllen:

- geringe Belastung der Umwelt
- Erhöhung des Wohnkomforts

- kostengünstiges Recycling oder einfache Wiederverwertung
- CO₂-neutrale Verwendung und Herkunft
- geringer Energie-Aufwand bei der Herstellung
- Reduzierung der Material-Emissionen auf ein natürliches Minimum
- Transport auf kurzen Wegen
- prüfbare und bewertbare Eigenschaften

Zum Lehm

Eines der Materialien, die alle diese Eigenschaften in besonderem Maß aufweisen, ist, neben dem Holz, der seit Menschengedenken verwendete und auf der Erde überall verfügbare Lehm.

Seine besonderen Eigenschaften machen ihn zu einem vielseitigen, universell einsetzbaren Baustoff und somit auch zu einem idealen Partner für das Bauen mit Holz.

Als Verwitterungsprodukt von Gestein, mit leicht unterschiedlichen Eigenschaften und variierenden Farben je nach Ausgangsgesteinen und Entstehungs- und Ablagerungsorten, kommt Lehm in fast allen Teilen der Erde vor und ist in den meisten Fällen auch für Bauzwecke einsetzbar.

Seine besonderen Fähigkeiten im Bezug auf Feuchtehaushalt und Bindung bringen

Die besonderen Eigenschaften von Lehm machen ihn zu einem vielseitigen, universell einsetzbaren Baustoff und somit auch zu einem idealen Partner für das Bauen mit Holz.

den Lehm als Baumaterial mit in die vor-
derste Position bei der Eignung für all die
oben aufgelisteten Punkte.

Vor allem seine sehr hohe Sorptions-
fähigkeit und damit seine ausgleichende
Wirkung auf das Wohnklima zeichnen den
Werkstoff Lehm aus. Daneben spielen na-
türlich die Bindefähigkeit und die Festig-
keit eine wichtige Rolle. Durch seine rein
physikalische Bindung ist Lehm bei seiner
Verwendung sowie bei der Entsorgung
problemlos einsetzbar und kann jeder-
zeit dem Boden wieder zugefügt werden.
Das alles, ohne dass Schäden angerichtet
oder Giftstoffe eingebracht werden.

Ein weiterer Vorteil des Lehms ist die
gestalterische Vielfalt, mit der dieser
Werkstoff verwendet werden kann und
damit die Kreativität geradezu herausfor-
dert und anregt.

Die große farbliche Bandbreite der
Naturlehme ist ein zusätzlich positiver
Aspekt. Warme Erdtöne führen zu ei-
nem behaglichen Raumgefühl ohne dass
chemische Farbstoffe zugesetzt werden
müssen.

Verarbeitung

Ideal bei der Verwendung wäre es, die vor
Ort vorhandenen Rohstoffquellen zu nut-
zen, um damit die Transportwege kurz zu
halten und hierdurch energetisch weitge-
hend neutral zu bauen.

Dieser lobenswerte Ansatz wird sich
wahrscheinlich kaum durchsetzen lassen.
Die modernen Gepflogenheiten, mit vor-
gefertigten Produkten zu bauen und ge-
straffte Abläufe haben sich hierfür viel zu
stark auf dem Bau durchgesetzt.

Darüber hinaus erfordert die Verar-
beitung des aus der örtlich verfügbaren
Lehmquelle entnommenen Materials
eine große Erfahrung und ist für unge-
übte Arbeitskräfte nur bedingt möglich.
Für die Aufbereitung und Mischung der

Ortlehm-Vorkommen ist meist ein hoher
Einsatz von Arbeitszeit nötig. Dieser Auf-
wand übersteigt das Einsparungspotenzi-
al über die Materialkosten bei Weitem.

Für die Verwendung im auftragsbezo-
genen Vergabeverfahren wird sich diese
Art des Bauens aufgrund der daraus resul-
tierenden sehr hohen Lohnkosten nicht
großflächig durchsetzen.

Ein anderer ebenso wichtiger Nach-
teil ist hierbei die nur bedingt regulierte
oder unregulierte Ausführung, die auf der
Auftragnehmer- und auf der Kundenseite
rechtliche Probleme schafft. Diese Kons-
tellation wirft berechtigterweise die Fra-
ge nach einer regulierten Produktion und
Verarbeitung auf.

Bei einer breiteren und größer ange-
legten Verwendung müssen standar-
disierte und kontrollierbare Vorgaben
eingehalten und beachtet werden. Bau-
stoffe müssen klassifiziert und Ausfüh-
rungen im Ergebnis überprüfbar werden.
Dazu muss man Prüfverfahren entwi-

ckeln, Standards definieren und die so
entstandenen Kriterien in ein allgemein
gültiges Regelwerk überführen.

All dies dient nicht nur der Kontrolle,
sondern begründet darüber hinaus beim
Verbraucher Vertrauen und sorgt beim
Verarbeiter für Rechtssicherheit.

Ausblicke

Aus diesem Grund wurde in den letzten
Monaten durch den Dachverband Lehm
eine neue DIN für den Lehmbau ausge-
arbeitet. Es finden sich im ersten Schritt
Putze, Mörtel und Mauerwerk aus Lehm-
steinen in diesem Regelwerk. Es werden
Vorgaben für die Festigkeit von Mauer-
steinen gemacht und die Verwendungs-
zwecke mit den dadurch entstehenden
Bewertungen festgelegt. Bei Putzen und
Mörteln werden Schwindmaß, Druckfes-
tigkeit und Abriebwiderstand untersucht
und geregelt. Dadurch können diese Pro-
dukte dann auch normgerecht herge-
stellt und vertrieben werden.

Massive temperierende Lehmwände als Ergänzung zur Holzständerkonstruktion





Wandausfachungen in Lehmstein Stapeltechnik

Die Hersteller können genormte und überwachte Produkte erzeugen, die Verarbeiter entsprechend darauf zurückgreifen, und auch Architekten und Verbraucher haben so die Möglichkeit zur Kontrolle und zum Abgleich. Dies stellt den ersten Schritt zu einer verbraucherfreundlichen und somit vertrauensbildenden Zusammenarbeit aller Beteiligten dar. In der Perspektive soll die DIN um zusätzliche Bereiche erweitert werden.

Durch den ersten nationalen Vorstoß zur Standardisierung des Materials Lehm ist in der Zukunft auch die Möglichkeit einer europaweiten Anerkennung gegeben. Erfreulicherweise zeigen bereits andere europäische Nationen Interesse für die neue deutsche Norm, die sie als Regel übernehmen oder anerkennen wollen.

Als weiteres positives Ergebnis dieser Entwicklung können sich abgesicherte Märkte bei interessierten Handwerkern ergeben, die mit diesen neu bewerteten und nun auch bewertbaren Baustoffen nicht mehr in einem rechtsfreien Raum operieren müssen, wodurch sie sich einem hohen Risiko ausgesetzt haben. Auch bei den Klienten wird das Risiko verringert und das Vertrauen erhöht. Nur so werden auf breiter Basis die Wege für das Bauen mit Baustoffen aus Lehm geebnet. Die Überwachung und Qualitätssiche-

rung wird so für alle erleichtert und die Rechtssicherheit in allen Bereichen des Lehmbaus größer. In diesem Rahmen wird die DIN als Regelwerk ihre vertrauensbildende Funktion für alle Ebenen des Bauens mit Lehm einnehmen und ausfüllen können.

Möglichkeiten

Ein weiterer Faktor, der den Lehm zusätzlich für die moderne Verwendung qualifiziert, sind die mittlerweile doch recht gut ausgereiften Produkte im Bereich des trockenen Ausbaus. Hierbei handelt es sich um Plattenmaterial, das ähnlich wie Gipskarton- oder Gipsfaserplatten im Innenbereich zur Anwendung kommt. Die Formate sind in aller Regel kleiner als bei herkömmlichen Produkten, machen aber im Weiteren keine Schwierigkeiten bei der Verwendung.

Der Unterschied in der Verarbeitung und Ausführung liegt bei dieser Art des Ausbaus in der finalen Beschichtung. Bei allen angebotenen Platten wird als Endbeschichtung eine mindestens einlagig aufgetragene Finish-Putzschicht verwendet. Somit liegt hier vordergründig zwar ein etwas erhöhter Aufwand vor, der aber durch die nicht mehr nötige Oberflächenbehandlung – wie Anstriche oder Tapeten – kompensiert werden kann.

Auf dem einschlägigen Markt sind einige Platten-Produkte im Angebot, die für den Ausbau nutzbar sind. Hier empfiehlt es sich, das Material zu prüfen und der jeweiligen Verwendung anzupassen.

Eine weitere Aufwertung des Naturmaterials Lehm findet im Zusammenhang mit Wandheizungen statt. Hier kann der natürliche Werkstoff seine volle Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Aufgrund der hohen Masse-Werte ist Lehm ein hervorragender Wärmespeicher. Ergänzt und abgerundet wird das Zusammenspiel der positiven Eigenschaften durch die große Pufferkapazität des mineralischen Materials. Die Feuchte-Bilanz in der Raumluft wird dadurch positiv beeinflusst, die Temperatur stabil gehalten und die Raumluft verbessert.

Zusätzlich bewirkt die Strahlungswärme von der Wandoberfläche ein intensiveres Temperaturempfinden und ermöglicht so ein Absenken der Temperatur ohne den Verlust von Behaglichkeit.

In der Kombination Wandheizung und Innendämmung, verbunden mit Putzsystemen aus Lehm, liegt ein weiteres Feld der Verwendungsmöglichkeiten.

Bei diesen durchaus anspruchsvollen Anwendungen in der Gebäudesanierung, kann der Lehm sich mit seiner hohen Kapillarität auszeichnen und sorgt für einen raschen und anhaltenden Feuchteausgleich in den Bauteilen. Die Dämmung, bevorzugt aus Holzfasermaterial, wird auf einer ausgleichenden Lehmputzschicht, ohne Hohlraum anliegend, verlegt und zweckmäßigerweise mit einem Lehmputzsystem bedeckt. Die Heizregister sind in die Putzschicht integriert oder werden als fertig montierte Plattenelemente mit der Dämmung verklebt und verputzt. Feuchtigkeit, die bei dieser Konstellation zwangsläufig im Bauteil anfällt, kann durch die überragenden Eigenschaften

Der traditionelle Baustoff Lehm ist im Wandel. Er passt sich der modernen Arbeitsweise an, ohne an Attraktivität, Ausstrahlung und guten Eigenschaften zu verlieren.

des Putzes im Zusammenspiel mit der Holzfaser kapillar transportiert, verteilt und wieder abgegeben werden. Auf diese Art werden anhaltende Auffeuchtung und somit Bauschäden vermieden. Dabei wird der Lehm in nicht unerheblichem Maß durch die Wandheizung unterstützt.

Fazit

Bei genauer Betrachtung aller Fakten bleibt fast nur noch eine Frage: Warum verwenden wir Holzbauer dieses hochwertige und natürliche Material mit dieser Menge an positiven Eigenschaften und der warmen Ausstrahlung nicht schon lange in viel größerem Ausmaß?

Alle diese Gründe aufzuzählen wäre eine Sisyphusarbeit, aber doch müssen ein paar davon aufgeführt werden:

Ein wichtiger Grund für das Vergessen war der Fortschrittsgedanke. Alte und traditionelle Arbeitsweisen und Materialien galten als rückständig und überholt. Zusätzlich waren sie mit einem hohen Aufwand an Arbeitszeit behaftet. Deshalb mussten sie den neuen Materialien weichen, die schneller, genauer und in großen Mengen verfügbar von der Industrie hergestellt wurden. Das Ganze war damit zu Preisen zu erhalten, die deutlich unter denen lagen, die man für den höheren Aufwand an Arbeitszeit hätte zahlen müssen. Eine Folge dieses Vorgangs war ein gigantischer Anstieg des Energieverbrauchs durch die Herstellung und Verteilung der neuen Materialien – und dies weltweit. Arbeitskraft wurde durch fossile Energie ersetzt.

Ein anderes noch heute weit verbreitetes Argument war die Verbindung des Lehms mit dem Begriff Dreck. Durch die Euphorie der Modernisierung, Werbung und hygienische Fehlinterpretationen wurde der Lehm diskreditiert. Noch in diesen Tagen wird man teilweise doch

recht despektierlich gefragt: „Was willst Du mit dem Dreck“? Oder Leute fragen: „Ist das nicht unhygienisch“? Manch einer vergisst hier ganz, dass Lehm sogar in der Medizin verwendet wird.

Es gilt hier, sehr viele Vorurteile und Fehlinformationen aufzubrechen und zu überwinden. Gezielte Aufklärung und Überzeugungsarbeit ist gefragt.

Nebenbei: selbstverständlich heißt dies nicht, wir müssen zurück zu den archaischen Techniken oder Anwendungen. Es gibt für die heutige Nutzung angepasste Produkte und Materialien, die eine zeitgemäße Anwendung und Ausführung im modernen Bauwesen ermöglichen.

Der traditionelle Baustoff Lehm ist im Wandel. Er passt sich der modernen Arbeitsweise und den dadurch gegebenen Umständen und Anforderungen an, ohne dadurch an Attraktivität, Ausstrahlung und guten Eigenschaften zu verlieren. Damit besitzt dieses hochwertige mineralische Material alle nötigen Eigenschaf-

ten, um auch in einem neuen Jahrtausend eine wichtige Funktion und einen besonderen Rang einzunehmen.

Alle Argumente abwägend und bewertend stellt Lehm einen geradezu perfekten Partner für den Holzbau dar. Es liegt an den Holzbauunternehmen und Zimmereien, die Vorteile zu erkennen und sie entsprechend auch zu nutzen. Das Endergebnis dürfte eventuelle Nachteile bei weitem übertreffen.

Es gibt eigentlich keinen Grund, das uralte und bewährte Zusammenwirken von Holz und Lehm weiter ruhen zu lassen. Dieses einmalige Potenzial kann auch im modernen Holzbau voll ausgeschöpft werden.

Das Material und die Voraussetzungen sind gegeben, nur die Umsetzung wartet noch auf ihre Verwirklichung.

Gesundes Innenraumklima dank Lehmputz, Wandheizung und bindemittelfreier Holzkonstruktion





Foto: Torsten Seidel

Weißer Lehmoberputz als Decklage für natur-braunen Lehmunterputz

Lehm baustoffe im Holzbau

von Prof. Dr. Christof Ziegert

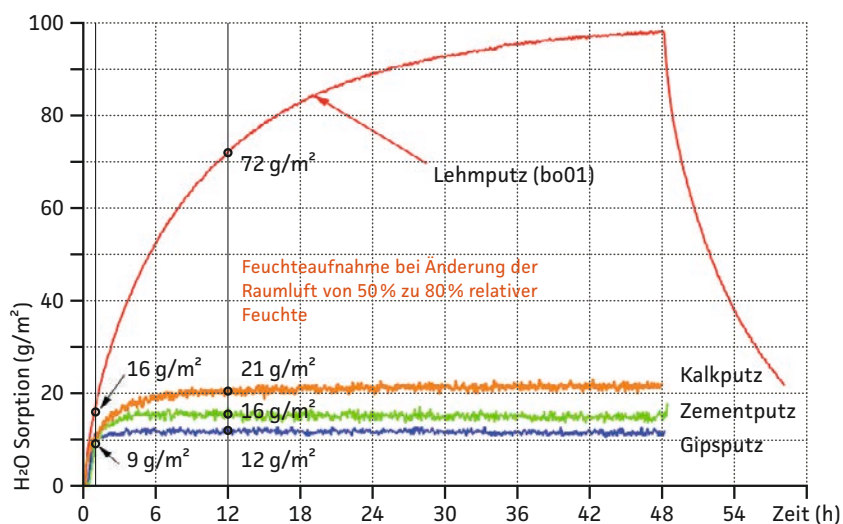
Ausgerechnet Lehm?

Der Baustoff Lehm hat sein Armut- und Schmuddelimage schon lange abgelegt und ist zu einem Material für anspruchsvolle Bauvorhaben geworden. Seine Ästhetik und Ausstrahlung, seine Wirkung für Raumklima und Wohlbefinden werden heute von vielen Menschen geschätzt. Besonders zukunftsrelevant sind die umweltspezifischen Eigenschaften des Materials, z. B. die unerreichbar günstige Energiebilanz vieler Lehm baustoffe. In der Altbausanierung und Denkmalpflege wird Lehm als historisch authentischer Baustoff und aufgrund sei-

ner bauphysikalischen Qualitäten geschätzt.

Der Grad der Vorfertigung und das Qualitätsniveau von Lehm baustoffen hat das von konventioneller Produkte erreicht: Trockenmörtel als Sack- und Siloware, Bauplatten und Plansteine. Spezielle baustoffspezifische Produktformen wie erdfeuchte Fertigmischungen aus ungetrocknetem Grubenlehm geliefert im „Big-Bag“ vereinen den Anspruch an zeitgemäße Lieferformen mit dem, umweltgerechte Baustoffe herzustellen und zu verarbeiten. Nach den Lehm bau Regeln ist es aber auch weiterhin zugelassen, mit Baustellenmischungen zu arbeiten; im Idealfall mit dem auf dem Grundstück gewonnenen und ob seiner Eignung geprüften Lehm der Baugrube.

Die hohe Akzeptanz, die das Bauen mit Lehm in Deutschland heute wieder besitzt ist das Ergebnis einer kontinuierlichen und qualitativ hochwertigen handwerklichen, planerischen, publizistischen und normativen Arbeit in den letzten Jahren und nicht zuletzt der Baustoffeigenschaften selbst. Ab August 2013 gelten erstmals für im Werk hergestellte Lehmsteine, Lehm mauer mörtel und Lehmputz mörtel DIN-Normen. Der Lehm bau ist damit endgültig im normalen Baugeschehen angekommen.



Pufferfunktion von Lehmputz im Vergleich zu anderen mineralischen Putzen

**Der Grad der Vorfertigung und das Qualitätsniveau von Lehm-
baustoffen hat das von konventioneller Produkte erreicht: es gibt
Trockenmörtel als Sack- und Siloware, Bauplatten und Plansteine.**

Anders als in den meisten Regionen weltweit werden in Deutschland fast ausschließlich nichtstabilisierte Lehm-
baustoffe hergestellt und verarbeitet. Mit
sorgfältiger Auswahl von Baulehm und
Zuschlägen, lassen sich auch ohne zusätz-
liche Bindemittel hochwertige Baustoffe
herstellen, die angemessenen Anwen-
dungsgebieten – witterungsgeschützte
Bereiche ohne hohe Festigkeitsanfor-
derungen – genügen. In Deutschland
besteht weniger der Wille oder die
Notwendigkeit, Lehm-
baustoffe in nicht
baustoffgerechten Anwendungsbereichen
einzusetzen als vielmehr der Wunsch
nach reinen unverfälschten Naturbaus-
stoffen.

Lehm-
baustoffe werden im modernen
Holzbau vor allem in Form von Lehm-
steinen, Lehmplatten und Lehmputzen
verwendet. Sie wirken als Massebaustoff
zusätzlich und wesentlich stärker stabili-
sierend auf Temperatur und Luftfeuchte
als andere mineralische Baustoffe.

**Lehm im historischen Holzbau –
Gute Gründe für eine lange Tradition**

Die Kombination von Holz- und Lehm-
baustoffen ist Jahrtausende alt und bewährt.
Eine wichtige bautechnische Eigenschaft
der alten Lehmausfachungen ist ihre
Nachgiebigkeit. Lehm-
baustoffe haben
vergleichsweise geringe Festigkeiten,
auch die Baumethoden lassen die typi-
schen und oft relativ weitgehenden me-
chanischen Verformungen des Fachwerks
zu. Starre Mauerwerksscheiben aus har-
ten Steinen können dagegen zu Schäden
am Fachwerk führen.

Die primäre Anforderung an bewitter-
te Ausfachungen von Sichtfachwerk ist
die Möglichkeit der schnellen Austrock-
nung nach dem unvermeidlichen Feuch-
teeintrag in die Fuge zwischen Fachwerk
und Gefach. Aus diesem Grund wird für
Ausfachungen die kapillare Leitfähigkeit
der verwendeten Baustoffe gefordert. Die
historisch für Ausfachungen verwendeten
Lehm-
baustoffe sind kapillar gut leitfähig

und trocknen im Vergleich zu den meis-
ten anderen Ausfachungsmaterialien sehr
schnell. Dies führt zum Schutz des Fach-
werkes vor Staunässe.

**Heute gefragt –
Lehmsteinmauerwerk für die Ausbildung
schwerer Trennwände**

Während die Außenwände im Holzbau
ausgedämmt und innenseitig lediglich
mit einem Lehmputz versehen wer-
den, lassen die Gefachfelder der inneren
Trennwände Raum massive Ausfachun-
gen, die einen guten Schallschutz aufwei-
sen und erheblich zur Klimastabilisierung
von Holzbauten beitragen.

Einem aus Gründen des Schallschut-
zes und einer möglichst hohen Wärme-
speicherkapazität gewünschten hohen
Flächengewicht, stehen häufig statische
Belange entgegen. Meistens werden des-
halb Lehmsteine der Rohdichte 1200 bis
1600 kg/m³ verwendet. Es sind Lehmstei-
ne der Anwendungsklasse I oder II nach

Dünnlagiger Kalkputz als schützende Deckschicht für Lehmgefache



Historische Ausfachung mit Strohlehm





Schwere Lehmsteininnenwände im Holzständerbau mit Schilfrohmatten als Putzträger

DIN 18945 zu verwenden, die mit Lehm-mauermörtel nach DIN 18946 vermauert werden. Die Rohdichte von Stein und Mörtel sollten ähnlich sein.

Aufgrund der Schlankheitsbegrenzung und zum Lastabtrag werden nichttragende Lehmsteinwände meistens als gerasterte Holzständerwände mit geschosshohen Ausfachungen ausgeführt. Für das Ständerwerk einer halbeindicken Wand werden häufig 6/12er Kant-hölzer in einem Achsabstand von 85 cm verwendet. Damit bleibt in dem lichten Maß von 79 cm Platz für die seitlich – durch die anzuschlagende Dreiecksleiste bedingte – stärkere Randfuge.

Nichttragende Wände und Ausfachungen werden überwiegend durch ihre Eigenlast sowie in der Gebäudehülle durch Windkräfte beansprucht. Sie sind geschossweise auszubilden. Ihre aussteifende Wirkung kann in der Regel rechnerisch nicht angesetzt werden. Nichttragende Wände müssen den Anforderungen an DIN 4103-1:1984-07 entsprechen. Die hier angesetzten Konsollasten in der Regel ohne Probleme aufgenommen werden, sofern die Wände über eine ausreichende Dicke bzw. eine ausreichende Knickaussteifung verfügen und Lehmsteine mit einer Rohdichte von $\geq 1200 \text{ kg/m}^3$ verwendet werden.

Der Schallschutz von nichttragenden Lehmsteinwänden ohne Holzständerwerk ist über die flächenbezogenen Masse zu berechnen. Holzständerwände mit Lehmsteinausfachungen sind gesondert nachzuweisen. Ständerwerk mit halbeindicken Lehmsteinausfachungen (11,5 cm) erfüllt die Empfehlungen für den normalen Schallschutz für Zwischenwände. Die Empfehlungen des erhöhten Schallschutzes sind mit 17,5-er Wänden ohne Holzständerwerk oder durch zusätzliche biegeweichen Vorsatzschalen (z. B. Lehm- oder Gipsplatten) zu erreichen.

Hinsichtlich des Brandschutzes ist in den Musteraufbauten der DIN 4102-4 eine Fachwerkwand mit 10/10er Holzquerschnitten, Lehmausfachung und mindestens einseitigem 1,5 cm dicken Verputz als F 30 B eingestuft.

Lehmplatten – Die feuchteaktive Alternative zu Gipskarton

Besonders im Holzbau sind kurze Bauzeiten und ein minimierter Feuchteintrag wichtige Kriterien. Aus diesen Anforderungen heraus sind Lehmbautechniken entstanden, die erstmals auch für den Holz- und Trockenbau geeignet sind. Die Entwicklung vorgefertigter Bauplatten eröffnen dem Baustoff Lehm das gesamte Spektrum des schnellen Leicht-

baus. Die Vorfertigung erlaubt auch die Entwicklung von Baustoffen, bei denen keine Rücksicht auf die Trockenschwindigkeit genommen werden muss. Ein hoher Anteil sorptionsfähiger Tonminerale ist bei Trockenbaustoffen unproblematisch, es können konzentrierte „Feuchteabsorber“ ausgebildet werden. Plattenförmige Baustoffe aus Lehm werden für Innenwände, Vorsatzschalen, abgehängte Decken und den Dachgeschossausbau verwendet. Sie dienen der Beplankung von Rasterkonstruktionen oder werden als Trockenputz auf flächige Untergründe geklebt. Dazu gehören Beton- und Kalksandsteinwände, Altputzflächen sowie massive Holzbauteile und Holzwerkstoffplatten. Lehmplatten werden auch als Wandheizelemente mit Heizungsrohren oder als Hypokaustenelemente mit Warmluftkanälen angeboten.

Lehmplatten bestehen aus Ton oder Baulehm sowie mineralischen und pflanzlichen Zuschlagstoffen. Sie können homogen beschaffen sein oder integrierte Traggitter haben, bspw. Schilfmatten oder Heizregister. Lehm- oder Gipsplatten können wie Gipskartonplatten auf ein Raster geschraubt oder als Trockenputzplatten auf den Untergrund geklebt werden.

Lehm- oder Gipsplatten sind teurer als Gipskartonplatten, wiesen aber neben dem

Im Holzbau sind kurze Bauzeiten und ein minimierter Feuchteintrag wichtige Kriterien. Entsprechende Lehmbautechniken sind entstanden, die erstmals auch für den Holz- und Trockenbauer geeignet sind.

wesentlich höheren Sorptionsvermögen auch einen Schallschutz auf, der im herkömmlichen Trockenbau nur über getrenntes Ständerwerk und doppelte Beplankung erreichbar ist.

Lehmputze – wohngesund und optisch hochwertig

Lehmputze bestehen aus Lehm, Sand und ggf. pflanzlichen Fasern. Zu unterscheiden sind klassische braune Lehmputze, die einen Anstrich mit Lehm- oder Silikatfarben erhalten und hochwertige farbige Lehmdünnlagenputze. Bei Letzteren wird die Farbigkeit nicht mit Pigmenten, sondern durch die natürliche Farbpalette der Tonvorkommen – von weiß über gelb bis rot und grün und schwarz – harmonisch abgestimmt.

Für Lehmputze gilt DIN 18947. Dort wird die Festigkeit über Mindestwerte bei Druck-, Biegezug-, Haft- und Abriebfestigkeit bestimmt. Für übliche Anwendungen sind Putze der Festigkeitsklasse S II zu

empfehlen. Eine hohe Luftfeuchtesorption wird durch die Auswahl von Produkten der Sorptionsklasse II und III sichergestellt.

Trockenmörtel werden im Großgebäude, im Papiersack oder im Silo angeboten. Als Siloware sind zurzeit nur faserlose Gemische verfügbar. Trockene Lehmputze können mit Gipsputzmaschinen verarbeitet werden. Dies ist meist der wichtigste Grund für die Wahl dieser Lieferform.

Erdfeuchte Lehmputze haben den Feuchtegehalt des „erd-feucht“ gewonnenen Grubenlehms. Das besondere Erhärtungsverhalten von Lehm erlaubt die Aufbewahrung von Lehmputzmörtel im feuchten Zustand nach dem Mischen. Die erdfeuchte Lieferform ist preisgünstig und umweltfreundlich, da keine Trocknungsenergie aufgewendet werden muss. Angeboten werden erdfeuchte Lehmputze im leichten textilen Großgebäude, dem „Big-bag“. Die in der Regel verwendeten bis 1,5 t schweren Gebinde erfordern

ggf. eine besondere Baustellenlogistik. Erdfeuchte Lehmmörtel können nur mit bestimmten Putzmaschinen verarbeitet werden, handelsübliche für Trockenware ausgelegte Gipsputzmaschinen sind meist nicht geeignet.

Holzständer aber auch Massivholzwände werden, wenn nicht mit Lehmbauplatten, mit anderen Bauplatten beplankt und dann je nach Platte mit unterschiedlichen Putzstärken versehen. Gipskartonplatten sind für dickere Verputze nicht geeignet. Bei Durchfeuchtung drohen Verformungen, und damit Schäden. Daneben sind die Platten nicht für das Tragen zusätzlicher Flächenlasten ausgelegt. Von dicken Putzbeschichtungen ist daher abzusehen. Dünnlagige Beschichtungen bis 3 mm Stärke haben sich bei guter Untergrundvorbereitung bewährt. Dazu werden die Plattenstöße zunächst verspachtelt und mit Gaze-Fugenband bewehrt; ein faserhaltiger Armierungsspachtel allein reicht nicht aus. Besonders sicher ist es,

Lehmbauplatten als angeklebte Trockenputzplatten oder als leichte Trennwand (Fotos: Claytec)

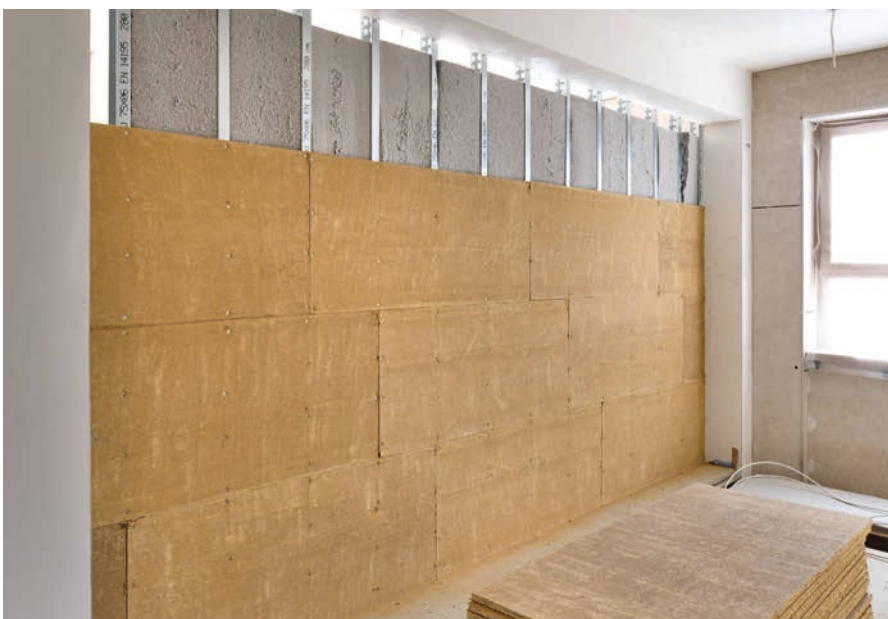




Foto: Hamish Appleby

Mit Lehm verputzte Wände, Familienhotel Weimar

den Stoß vor dem Verspachteln der Fuge zusätzlich mit selbstklebendem Fugenband zu sichern. Platten ohne Fugenrücksprung müssen flächig bewehrt werden. Das Bewehrungsgewebe wird mit einer dünnen Lage eingespachtelt. Nach Austrocknung der Verspachtelungen werden die Flächen mit einem geeignetem Grundiermittel vorbehandelt. Die Grundierung vereinheitlicht das Saugverhalten auf Flächen und Spachtelstellen und schützt die Platten vor Durchfeuchtung und daraus folgender Verformung. Körnige Grundierungen erhöhen die Griffigkeit.

Magnesitgebundene Holzwolle-Leichtbauplatten (HWL) sind gut griffige Untergründe, die sich im Lehm bau bewährt haben. Der Hersteller Heraklith setzt die Verwendung von 50 mm dicken Platten voraus (Heraklith BM). Sie werden umlaufend an den Plattenstößen mit Spezialkleber verbunden. DIN 1102 11-1989 fordert „auf Platten, die nicht unmittelbar auf einem massiven Untergrund befestigt sind und verputzt werden sollen, wie z. B. bei Holzständerbauweise, Dachschrägen, Lattenunterkonstruktionen und Ähnlichem ...“ zur Stabilisierung einen Spritzbewurf aus Zementmörtel.

Holzfaserdämmplatten (HFD) können bei ausreichender Festigkeit und Griffig-

keit mit Lehmmörtel verputzt werden. Die Griffigkeit kann durch leichtes Anrauen verbessert werden. Die Platten werden meist mit zwei jeweils 2-3 mm dicken Feinputzlagen verputzt. Bei stärkeren Putzen bis 15 mm Gesamtdicke ist ggf. mit einer Grundierung vorzuarbeiten. Bei noch dickeren Aufträgen wie beispielsweise für Wandflächenheizungen kann die notwendige Festigkeit und Griffigkeit durch Auftrag eines Haftspachtels erreicht werden, der mit dem Zahnspachtel aufgetragen wird. Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Lagen nicht zu dick aufgetragen werden sollen, damit die Platten keiner langen Durchfeuchtung ausgesetzt werden. Auf den nicht oder wenig saugenden Untergründen kann auch die Trocknung dicker Putzlagen problematisch sein.

Holzverschalungen werden mit Putzträgergewebe versehen. Die Bretter sollten mit etwas Abstand verlegt sein, um Verwerfungen der Schalung durch Quellverformungen nach dem Putzauftrag auszuschließen. Kanthölzer sind in der Regel mit einem Putzträger zu versehen. Bei Verwendung faserarmerter Mörtel können sie bis zu einer Breite von ca. 6 cm ggf. direkt verputzt werden (Herstellerangaben beachten!). Harte Holzwerkstoffplatten wie OSB- oder Spanplatten sind

nicht für den direkten Verputz geeignet, da schon geringfügige Wassereinträge zu erheblichen Quellverformungen führen können. Putzträgerplatten aus Schilfrohr können direkt verputzt werden, Gleiches gilt für andere ausreichend feste Dämmplatten.

Für die Putze sind ausreichende Trocknungsbedingungen zu realisieren, um zum Einen eine Aufwechtlung des Konstruktionsholzes und zum Anderen Schimmelpilze auf dem Lehmputz zu vermeiden. Ab Putzstärken von 1,5 cm Dicke ist die Trocknung von einem Verantwortlichen durch ein Trocknungsprotokoll zu dokumentieren.

Fazit

Für den Einsatz von Lehm baustoffen im modernen Holzbau gibt es gute Gründe. Nicht nur, dass hier schadstofffreie ökologische Baustoffe aufeinandertreffen, sondern auch, dass sich Tragfunktion und Klimastabilisierung ideal ergänzen. Es stehen heute vielfältige Systemlösungen mit genormten Lehmsteinen und Lehmputzen oder Lehmplatten zur Auswahl.

Weiterführende Literatur:

Röhlen, U., Ziegert, C.: Lehm bau-Praxis. Planung und Ausführung. Beuth-Verlag, Edition Bauwerk, Berlin 2010, ISBN 978-3-410-21621-6



Moderner Holz- und Lehmbau

Von den Alten lernen – Lehmbaumstoffe im modernen Holzbau

von Eike Roswag

Wohin geht der Weg der Nachhaltigkeit?

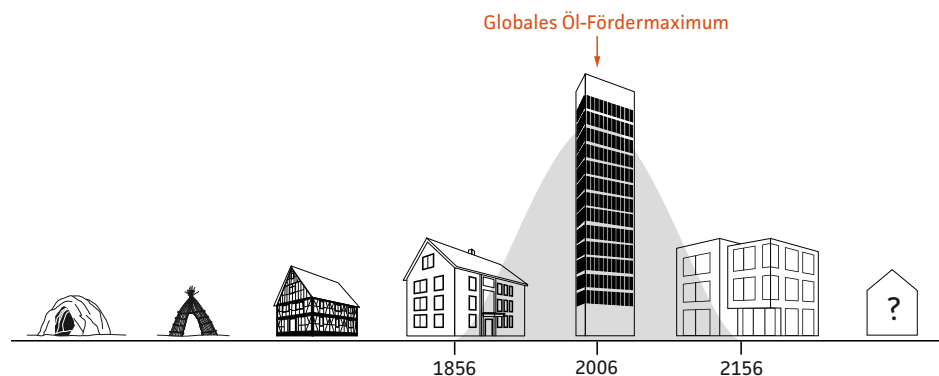
Bis vor nicht all zu langer Zeit hat die Nutzung fossiler Ressourcen in besonderem Maße Fortschritt bedeutet und endlos erscheinende Entwicklungspotentiale eröffnet. Ikonen der Moderne wie die Neue Nationalgalerie in Berlin sind ohne Stahl und Glas nicht denkbar und ohne Öl im Winter nicht zu beheizen. Gerade diese Ikonen sind über mehr als hundert Jahre zum Vorbild einer Wachstumsgesellschaft geworden, die nun zum Umdenken gezwungen wird.

Spätestens mit den ersten Berichten des Club of Rome und der Ölkrise der spä-

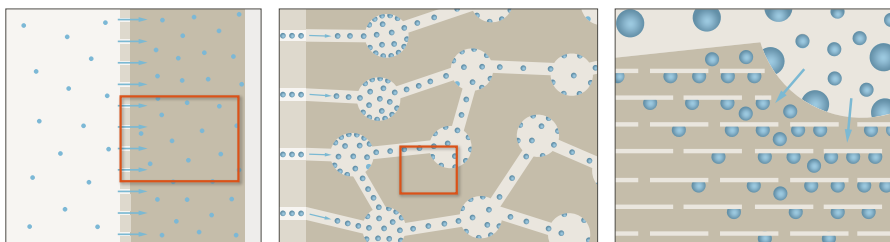
ten siebziger Jahre wurde klar, dass dem Wachstum Grenzen gesetzt sind. Heute sind wir sicher, dass fossile Quellen nicht nur als Ressource endlich sind sondern Ihre Nutzung zudem das globale Klima massiv belastet.


Ganz in unserer Ingenieurtradition erdenken wir immer neue technische Lösungen um die Unzulänglichkeiten des bestehenden Systems zu verbessern und zu überwinden. Bezogen auf die menschliche Behausung realisieren wir heute hoch dämmende und hoch dichte Gebäude, um den Verlust von Wärme so weit wie möglich einzugrenzen. Das Resultat ist in den meisten

Evolution der menschliche
Behausung im Zusammen-
hang mit der Verwendung
fossiler Ressourcen

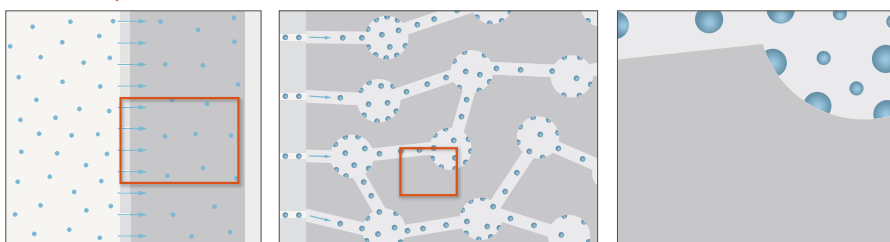




Lehm



-  Wasserdampfmoleküle in der Raumluft
-  Anstrich auf Lehmputz
-  Poren, Porenkanal und Feststoff Lehmputz

Nicht-Lehmputze



-  Anstrich auf Nicht-Lehmputz
-  Poren, Porenkanal und Feststoff Nicht-Lehmputz

Graphische Darstellung der Luftfeuchtesorption

Fällen der Einsatz von mechanischen Lüftungsanlagen, um schlechter Luftqualität zu begegnen, Schimmel zu vermeiden und einen hohen Grad an Effizienz zu erzeugen. Die Effizienz wird in der Realität aber meist nicht erreicht, da der Mensch sich der Technik nicht unterordnen möchte und dennoch die Fenster öffnet, wenn er Bedarf nach frischer Luft verspürt und dann oft vergisst diese zu schließen.

Wo befinden wir uns also auf der Suche nach der Behausung der Zukunft?

Die Naturmaterialien Lehm und Holz haben in der Denkmalpflege, also dem Umgang mit historischen Gebäuden nie an Bedeutung verloren und erlangten in der Ökobewegung der 1980er Jahre eine erste Renaissance. Heute verbinden breite Bevölkerungsschichten mit diesen Materialien Gesundheit und ein komfortables Raumklima.

Wenn wir die menschlichen Behausungen rückwirkend von einfachen Flechthütten über Fachwerkhäuser zur gründerzeitlichen Bebauung betrachten, stellen wir fest, dass all diese Häuser die klimatischen Bedingungen achten und in Form und Materialwahl auf ihr natürliches Umfeld reagiert haben. Vorrangig Erdöl aber auch die massive Anwendung von Stahl und Zement ermöglichten es uns diese natürlichen Rahmenbedingungen zu ignorieren.

Mit dem Ansatz auf das klimagerechte Gestalten der Behausungen vor dem Ölboom zurück zu greifen und sich auf die daraus ergebenden Veränderungen einzulassen ist ein erster wichtiger Schritt, der in unserem gemäßigten mitteleuropäischen Klima den technischen Regelungsbedarf stark reduzieren kann. Wenn wir in der Errichtung der Gebäudehülle Holz

und Lehm als klimaregulierende Materialien einsetzen, können wir in den meisten Fällen gänzlich auf den Einsatz von Lüftungs- und Klimatechnik verzichten.

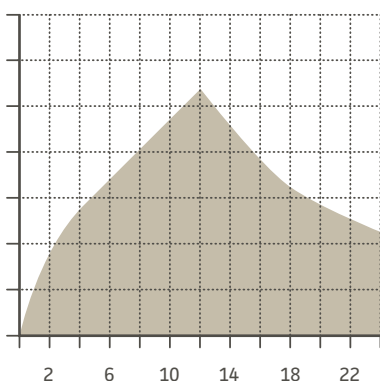
Die in der Folge dargestellte Bauweise aus Holz und Lehm erzeugt analog zum Fachwerkhäuser ein gesundes Raumklima und kann als Niedrigenergie- oder auch Plusgebäude auf mechanische Lüftungsanlagen und Klimatisierung verzichten.

Diffusionsoffen und feuchteregulierend mit Lehm und Holz bauen

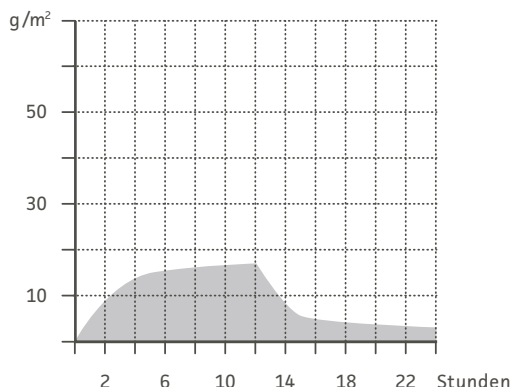
Lehm besitzt die Fähigkeit Feuchtigkeit sehr schnell aufzunehmen und diese bei sich verringernder Raumluftfeuchte wieder an die Raumluft abzugeben. Gegenüber konventionellen Putzen wie z. B. Kalkzementputz kann ein Lehmputz im Tagesverlauf ungefähr das fünffache an Feuchte puffern. Lehm mit einem Anteil an quellfähigen Dreischichttonmineralien verfügt über ein besonders feuchteaktives Kapillargefüge. Feuchtigkeit wird in die Zwischenschichten dieser sehr feinen und zergliederten, natürlichen, also unveränderten Tonmineralien eingelagert. Gibt man dem Lehm hingegen nur einen geringen Zusatz an Zement bei, wird dieses natürliche Gefüge verändert und damit die feuchtesteuende Wirkung unwirksam. Das zuvor wieder verwendbare Naturprodukt wird zu einem klimatisch wenig aktiven „Magerbeton“, der nun nicht mehr recyclebar ist.

Feuchtesorptionsverhalten über 24 Stunden

Lehm

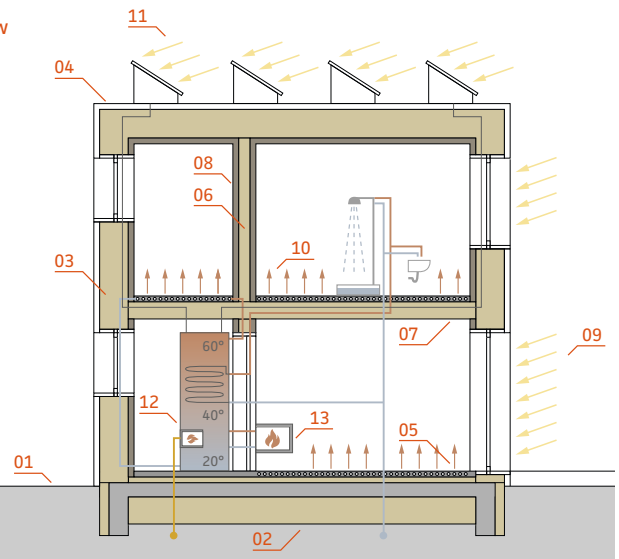


Beton



Niedrigenergiehaus ohne Lüftungsanlage: Haus Müller und Rutschke, Reichenow

- 01 Baugrund
- 02 Bodenplatte, Schaumglasdämmung, Stahlbeton
- 03 Wände Holzbau, Zellulose
- 04 Dach Holzbau, Zellulose
- 05 Bodenaufbau EG, Fussbodenheizung
- 06 Innenwand Holzbau, Lehm
- 07 Decke Brettstapel
- 08 Lehmbelegung, Steuerung Raumklima
- 09 Passive Solarenergienutzung über Fenster
- 10 Wärmeversorgung über Fussbodenheizung
- 11 Solarenergienutzung Solarkollektor
- 12 Schichtenspeicher, integrierter Gasbrenner
- 13 Zusatzheizung, Passivhauskamin



Prof. Dr. Christof Ziegert hat in seinen Untersuchungsreihen zum Sorptionsverhalten von Werkstoffen unterschiedliche Materialien im Tagesverlauf, also über 24 h betrachtet. Mit diesen Untersuchungen hat er nachgewiesen, dass Holz analog zum Lehm sehr feuchtesteuend wirken kann, wenn es nicht mit chemischen Versiegelungen behandelt wird.

Neuere Untersuchungen zeigen, dass Holzfaserdämmstoffe, die zunehmend als Plattenwerkstoffe im modernen Holzbau Anwendung finden ebenfalls ein sehr gutes Sorptionsverhalten aufweisen.

Niedrigenergiehäuser ohne Lüftungsanlagen

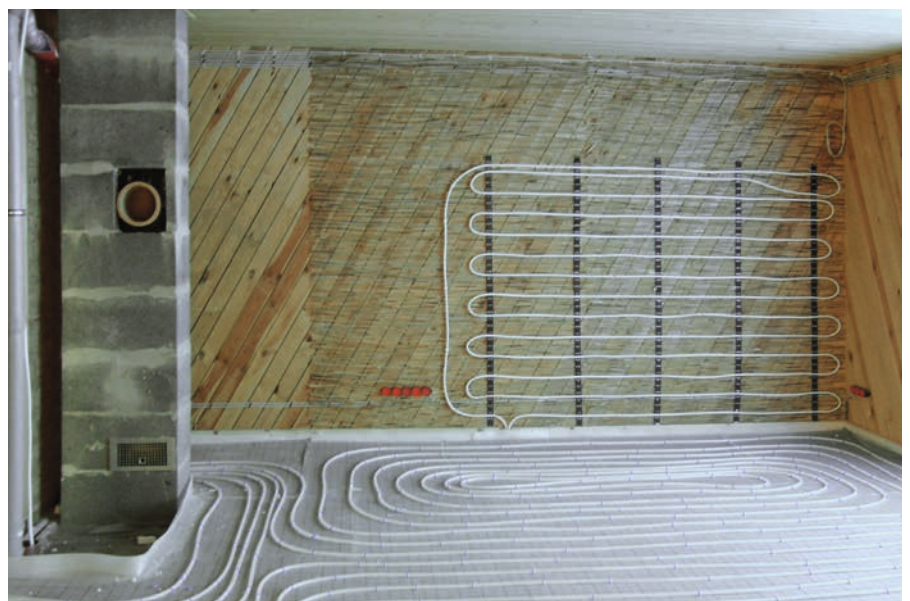
Die Symbiose von Lehm und Holz, die wir vom Fachwerkbau seit Jahrhunderten kennen stellt eine ideale Kombination für die Zukunft dar. Als diffusionsoffene Konstruktion bleiben diese, unter üblichen Wohn- und Arbeitsbedingungen, nachweislich kondensat- und damit schadensfrei. Auf die sonst im Niedrigenergiehaus üblichen Dampfsperren kann verzichtet werden.

Als hoch dämmende Wand- und Dachelemente kommen z. B. KVH Lamellen

6/30 cm zum Einsatz, die beidseitig mit Holzfaserplatten beplankt und im Zwischenbereich mit Holzfaser oder Zellulose gedämmt werden. Den äußeren Abschluss kann wahlweise eine vorgehängte Fassade oder ein diffusionsoffenes Putzsystem bilden. Den inneren Abschluss bildet ein Lehmputz, in den eine Wandheizung integriert werden kann. Ausfachungen der Innenwände mit Lehmsteinen können zusätzliche schwere Speichermasse bilden.

Eigene Messungen an errichteten Wohngebäuden dieser Art zeigen auf, dass die Speichermasse aus Lehm und

Ausfachung von Holzrahmen-Innenwänden mit Lehmsteinen, sowie eine im Lehmputz integrierte Wandheizung vor dem Verputzen





Schwere Lehmsteininnenwände im Holzständerbau mit Schilfrohmatten als Putzträger

Holzprodukten im Winter eine sehr stabile Raumluftfeuchte von ca. 50% für Räume unterschiedlicher Nutzung (Schlaf- und Wohnraum) bewirkt. Feuchtespitzen von 80% relativer Luftfeuchte im Bad waren nur kurzfristig und damit unkritisch.

Da Schimmelbildung und damit die schwerwiegendste Belastung der Raumlufthygiene auf diesem Wege ausgeschlossen wird, kann auch auf mechanische Lüftungsanlagen verzichtet werden.

Durch die Verwendung schadstofffreier Materialien entsteht ein sehr gesundes Gebäude und es verbleibt als signifikante Belastung der Raumluft CO₂ das von den Bewohnern eingetragen wird. Auch dazu wurden eigene Messungen vorgenommen, die nachweisen, dass der CO₂ Wert bei zweimaligem Fensterlüften pro Tag z. B. in kleinen Schlafräumen im unkritischen Bereich liegt.

Da die Außenbauteile weitgehend von Wärmedämmung gebildet werden, sind diese hochdämmend und über die Holzfaserverplatten auch wind- und luftdicht herzustellen. Sie genügen so vollständig den Anforderungen an hochwertige Niedrigenergiehäuser.

Holzfaserdämmstoffe haben den bis zu achtfachen sommerlichen Wärme-

schutz im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen und sichern so ein kühles Gebäude im Sommer. Aufgrund der Sorptionsfähigkeit von Lehm und Holz nehmen diese in der Nacht, wenn die Lufttemperaturen sinken und die relative Luftfeuchte ansteigt, Luftfeuchtigkeit auf. Am Tage, wenn die Temperaturen steigen und die relative Luftfeuchte sinkt, verdunsten die Lehm- und Holzbauteile die gespeicherte Feuchte wieder und kühlen so den Innenraum. Dies führt bei angemessenem Glasanteil und ausreichend feuchtespeichernden Oberflächen zu Innenraumtemperaturen, die fünf bis acht Grad unter der Außentemperaturspitze des Tages liegen. Häuser aus Holz und Lehm gewährleisten so ganzjährig ein komfortables und gesundes Raumklima und können auf die Nutzung von Lüftungsanlagen verzichten.

Auch wenn die aktuelle EnEV bei „freier Lüftung“ über Fenster einen sehr hohen Luftwechsel zu Grunde legt, ist es möglich über regenerative Wärmequellen wie z. B. Wärmepumpen, Niedrigenergiehäuser zu realisieren, die in Verbindung mit PV Anlagen zu Plusgebäuden werden.

Das System aus Holz und Lehm in Kombination mit natürlicher Belüftung kann bei ausreichendem Luftvolumen pro Nutzer, in Abhängigkeit z. B. mit der

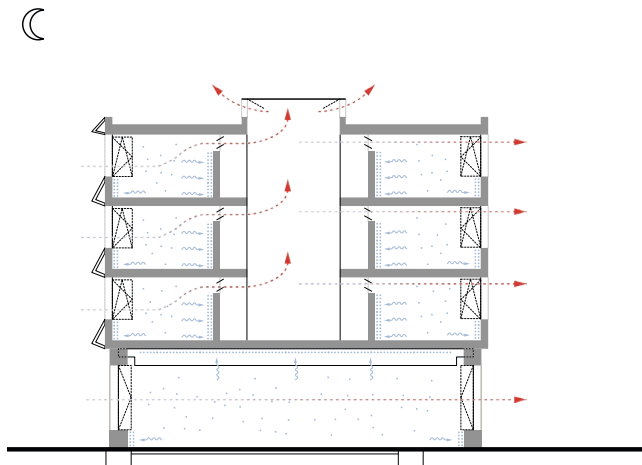
Raumhöhe auch auf den Gebäudebestand übertragen werden. Im besseren Falle wird außen mit Holzfaserver- oder vorgehängter Fassade mit Cellulosedämmung gedämmt. Alternativ kann eine Holzfaserverdämmung als Innendämmung zur Anwendung kommen, die mit Lehmputz bekleidet wird. Aufgrund der kapillaren Rückleitfähigkeit der Holzfaserverdämmung können diese Dämmstoffe diffusionsaktiv mit recht dicken Stärken aufgebracht werden. Sie haben so neben den Kosten auch im Dämmstandard entschiedene Vorteile, z. B. gegenüber Kalziumsilikat-Platten.

Wichtig ist den kompletten Innenausbau aus Lehm zu errichten, um ausreichend Feuchtesteuerung und somit eine stabile Raumluftfeuchte sicherzustellen.

In beiden Fällen sind unterschiedliche Effizienzstufen wie die EnEV Neubauanforderungen und höher erreichbar. Natürlich belüftete Bestandsgebäude werden sinnvollerweise mit rechnergestützten Messungen in enger Taktung ausgestattet, um dem Nutzer das Verhalten des Gebäudes zu Beginn der Nutzung darstellen zu können.

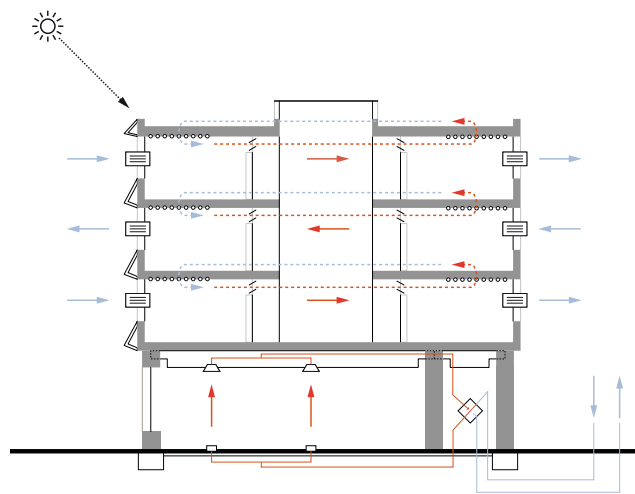
Sommernacht

- Natürliche Nachtabkühlung über Querlüftung
- "Aufladen" der Lehmteileile mit kühler Nachtfeuchte
- Verdunstung / Kühlung am Tag bei steigenden Temperaturen



Wintertag

- Dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung mit CO₂-Steuerung
- Pendelbetrieb im ca. 90 Sekunden Takt



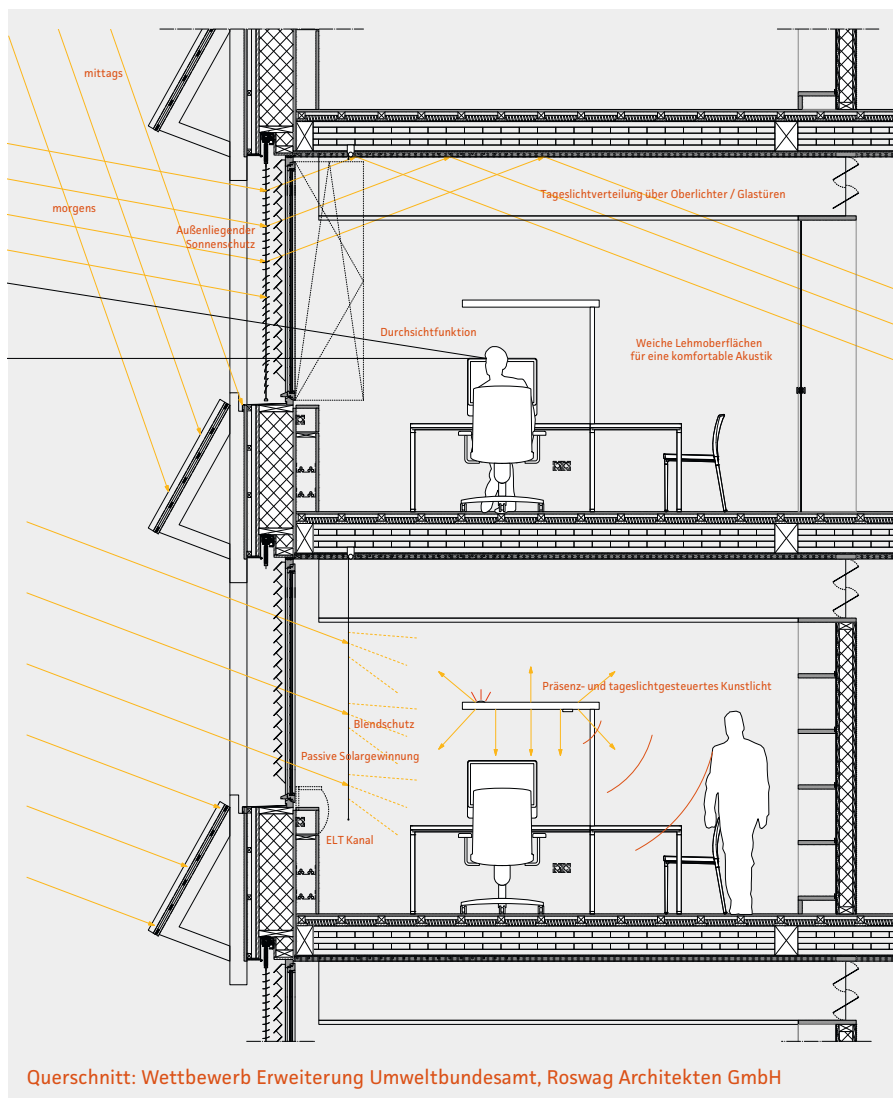
Hoher sommerlicher und winterlicher Komfort ohne Klimatisierungsanlage

Lowtech Bürogebäude aus Naturbaustoffen

Das Niedrigenergiesystem aus Holz und Lehm lässt sich ohne Probleme auch auf den Bereich mehrgeschossiger Bürogebäude übertragen, da die winterlichen Anforderungen etwas geringer sind als beim Wohnen und vor allem der Sommerfall durch interne Gewinne aus Bürotechnik und Beleuchtung mehr Bedeutung erlangt. Zur Unterbringung der Speicher-masse sind entsprechende Raumstrukturen oder Zonierungen zu konzipieren.

Bei einer klimaangepassten Planung, die Wert auf Tageslichtnutzung, angemessene Nutzung von Glas und zeitgemäße, energiesparende Bürotechnik legt, kann das Lowtech Holz-Lehm Haus auf jeden Fall auf Kühlung verzichten und so einen der wichtigsten Energieverbraucher im zeitgenössischen Bürohaus ausschalten. Wichtig ist für den sommerlichen Wärmeschutz eine adäquate Nachtauskühlung, z. B. über wetter- und einbruchsichere Lüftungsklappen zu gewährleisten.

Da auf zentrale Lüftungsanlagen und die damit verbundenen Einrichtungen verzichtet werden kann, werden Investitionen gespart und zusätzlicher Raum im Gebäude gewonnen. Um den höchsten Grad an Effizienz zu erreichen kann es im



Querschnitt: Wettbewerb Erweiterung Umweltbundesamt, Roswag Architekten GmbH



Foto: Daniela Friebe

Betriebsgebäude der Artis GmbH nach der Fertigstellung und bei der Errichtung

Bürogebäude Sinn machen bedarfsge- steuerte dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung einzusetzen, die aber nur in sehr geringem Umfang im Winter betrieben werden.

Gewerbebau als Plusgebäude im Grundbetrieb

In Gewerbebauten, wie dem Betriebs- gebäude der Artis GmbH, kommt Lehm eher im Bürobereich als in der Werkhalle

zum Einsatz. Über eine hoch dämmen- de Hülle aus Holz und Zellulose ist auch bei diesem Gebäudetyp der Heizenergie- bedarf sehr wirtschaftlich grundlegend zu senken. Werden, wie hier realisiert, Holzabfälle zur Beheizung genutzt und Teile des Strombedarfs über PV gedeckt so kann auch in diesem Gebäudetyp ein Plusgebäude im Grundbetrieb, also im Rahmen der EnEV Betrachtungen, reali- siert werden.

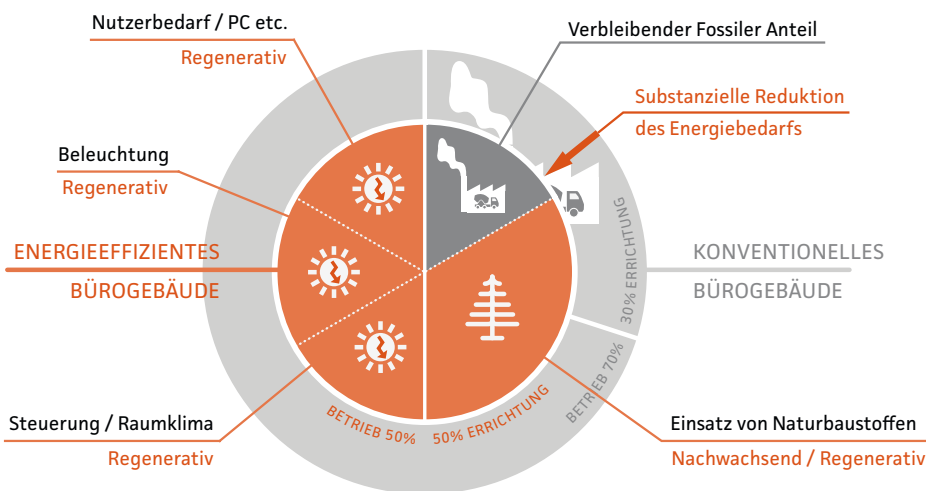
Ganzheitliche Gebäudebewertung und Lebenszyklus

Zu den aktuell vom Gesetzgeber gestell- ten Anforderungen der EnEV können Holz und Lehm überdurchschnittliche Lösungen anbieten. Zukünftig wird der Ressourcenbedarf über den gesamten Le- benszyklus von zunehmender Bedeutung sein, wie dies z.B. die freiwilligen Nach- haltigkeitssysteme DGNB und BNB schon heute anwenden.

Ein konventionell errichtetes Niedrig- energiegebäude verbraucht heute ca. 50 % seiner Ressourcen im Betrieb über 50 Jahre und 50 % in der Errichtung, Erhaltung und dem Rückbau der Hülle. Bei einem üblichen Bürogebäude liegt dieses Verhältnis eher bei 70 %:30%.

Schon heute ist ein weitgehend rege- nerativer Betrieb möglich, es bleibt also die Gebäudehülle, an der zu arbeiten ist. Gerade hier kommt nachwachsenden Naturbaustoffen eine große Bedeutung zu. Wie in dem Wettbewerbsbeitrag zur Erweiterung des Umweltbundesamtes in Dessau angedacht, ist es möglich über eine Naturbau-Hülle und eine Gründung aus Naturstein auf Zement und Stahl bei der Errichtung von Gebäuden zu verzich- ten und so nur noch in der technischen Ausstattung auf fossile Ressourcen zu- rück zu greifen.

Lebenszyklus eines konventionellen Bürogebäudes gegenüber dem eines energieeffizienten Gebäudes





Umbauarbeiten am Jahili Fort, Abu Dhabi: rechts wird das alte Baumaterial eingesumpft für die Wiederverwendung

Die Umbauarbeiten des Ende des 19. Jahrhunderts errichteten Jahili Fort in Abu Dhabi zeigen, dass naturbelassene Lehmbaumstoffe durch einsumpfen endlos wiederverwendet oder in die Natur zurückgegeben werden können.

Wie lange und wandlungsfähig des Leben von Holzgebäuden sein kann zeigt die Torfremise, die in Kolbermoor zum Abbruch stand und heute in Schechen als zukünftige Korbflechterwerkstatt ihren dritten Wandel fast hinter sich hat. Integriert in die wieder errichtete Remise wird nun die Korbflechterwerkstatt und das Wohnhaus der Familie. Das Beispiel zeigt sehr schön, wie in der Vergangenheit damals noch aufwendig gewonnene Ressourcen immer wieder verwendet wurden. In Zukunft werden auch Ressourcen wie Holz knapper werden und Gebäude müssen hohe Flexibilität für Umnutzungen aufweisen oder so geplant werden, dass die darin verwendeten Materialien gut wieder verwendet werden können.

Fazit

Die vor uns liegenden Fragen zur Überwindung des Klimawandels sind überwältigend, geben uns aber einen großen Handlungsbedarf, den es mit Freude auszuschöpfen gilt. Viel vertrautes Wissen muss hinterfragt und neu geordnet wer-

den. Die komplexen Fragen der Zukunft sind nur in integrativen Teams zu lösen, die auf einem möglichst breiten Wissen aufbauen und die angedachten Lösungen möglichst nah an und im Dialog mit der Gesellschaft gründen sollten.

Zukünftig werden wir uns wieder stärker den „natürlichen“ Voraussetzungen unterwerfen müssen. Gebäude müssen wieder mehr an den klimatischen Bedingungen orientiert sein und können so lokal verankert Teil lokaler Gesellschaft

werden. Regenerativen Energien und regenerativen stofflichen Ressourcen wird eine große Bedeutung zukommen.

Die traditionell angewandten Naturbaumstoffe Holz und Lehm und die zugehörigen handwerklichen Fähigkeiten haben großes Potential in gewandelter Form regionale Entwicklung zu ermöglichen und zur Lösung der Zukunftsfragen beizutragen.

Alte Torfremise mit neue Nutzung: Korbflechterwerkstatt, Kolbermoor



Standort: D-99423 Weimar
Architekt: Jörg Weber, Weimar
Lehmbau: Lehm-Bau-Kunst, Erfurt,
Peter Multhauf
Bauzeit: 2011-2012
Homepage: www.familienhotel-weimar.de



Neubau »Familienhotel Weimar«



Die Holzkonstruktion wird innen sichtbar gemacht

Das Hotel liegt in einer ruhigen Gasse in unmittelbarer Nähe des Goethehauses in der Weimarer Innenstadt und wurde von Beginn an auf die Bedürfnisse von Familien und Kindern, die mehrere Tage Urlaub in Weimar verbringen möchten, konzipiert. Der Neubau umfasst 11 Ferienwohnungen, jeweils mit Küche und Balkon in Größen von 22 bis 75 m², sowie ein Restaurant und Dachgarten.

Das familienfreundliche Konzept zieht sich durch alle Ebenen, von der Planung des Gebäudes und Einrichtung der Zimmer bis hin zum Kulturprogramm für Eltern

und Kinder. In das Restaurant integriert ist eine abgesenkte "Spielhöhle" für Kinder, auf dem Dachgarten ein großzügiger Sandspielplatz. Die Wohnungen sind dank Aufzug barrierearm erreichbar und die eigens gestaltete Möblierung kinderfreundlich konzipiert.

Errichtet ist das Gebäude in ökologische Bauweise. Konstruktion, Heizungskonzept und Materialwahl sind aufeinander abgestimmt. Nahezu alle Planungs- und Ausführungsarbeiten wurden von regionalen Firmen ausgeführt, inklusive der Vorfabrizierungsarbeiten.



1. OG mit Ferienwohnungen



Erdgeschoss mit Restaurant



Aufbringen des Lehmputzes auf Schilfrohmatten mit montierten Wandheizungsrohren

Die beengten Verhältnisse des innerstädtischen Grundstücks sowie der eng gesteckte Zeitrahmen verlangten eine möglichst störungsarme und schnell zu errichtenden Bauweise: auch aus ökologischen Gründen wurde eine Konstruktion aus vorfabrizierten Massivholzelementen gewählt. Hergestellt aus kostengünstiger „Seitenware“, die in Sägewerken anfällt. Die Brettschichten werden mittels Aluminium-Rillenstiften kreuzweise zu Massivholzwandelemente verpresst. Die monolithischen Elemente benötigen keine Bindemittel und bleiben daher diffusionsoffen. Auch auf synthetische Folien und Dampfbremsen kann verzichtet werden. Montiert wurden die Holzelemente in

nur 13 Arbeitstagen auf einem Sockelgeschoss aus Beton, das ebenfalls großteils aus vorfabrizierten zweischaligen Betonelementen konstruiert wurde.

Die Innenräume sind mit einer im Putz eingebetteten Wandheizung versehen, die von einem Blockheizkraftwerk betrieben wird und für ein angenehmes Innenraumklima sorgt. Insgesamt vier Schichten Lehm wurden auf die Rohrleitungen der Wandheizung aufgebracht. Die Deckschicht besteht aus farbigem Lehm ohne zusätzlichen Farbauftrag (Yosima von der Firma Claytec). Aufgrund der unterschiedlichen Lehmfarben in der Natur konnten in den Räumen unterschiedlichste Farbgebungen realisiert werden.



Gesundes Innenraumklima dank Lehmputz, Wandheizung und bindemittelfreier Holzkonstruktion

- April 2011 Baugenehmigung und Spatenstich
- Juli Pfahlgründungsarbeiten
- August "Grundholzlegung"
- September Fertigstellung Keller und Bodenplatte
- Oktober Betonarbeiten Treppenhaus
- November Fertigstellung Holzbau und Richtfest
- Anfang Dez Dach und Außenhülle dicht
- Dez-Jan 2012 Innenausbau, Heizung und Sanitär
- Februar Lehmputzarbeiten
- Feb-Mai Fussboden und Innenausbau, Fassade und Außenputz
- Ende Mai Fertigstellung
- Juni 2012 Eröffnung des Hotels



Kellergeschoss aus Doppelwand-Betonelementen



Aufstellen der Massivholzwände



Das Dach und die Außenhülle konnten innerhalb kurzer Zeit winterfest gemacht werden

Standort: D-99425 Taubach
Architektin: Kerstin Vogel, Weimar
Lehmbau: Vorwiegend Eigenleistung
Bauzeit: 1997-1998



Wohnhaus, Taubach

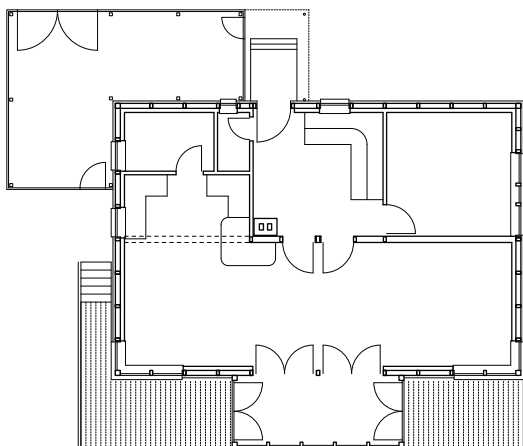


Das freistehende Einfamilienhaus ist in Holzständerbauweise unter Verwendung von Lehmbaustoffen geplant und errichtet worden. Das Haus in südwestlicher Hanglage steht in einem Neubaugebiet mit 90 Einfamilien- und Reihenhäusern. Von den meisten anderen Häusern (viele von ihnen sind »Katalog«-Fertighäuser) unterscheidet es sich durch seine äußere Schlichtheit und bauklimatisch durchdachte Konzeption. Es zeigt dabei beispielhaft, wie man heute Lehmbaustoffe im »alltäglichen« Bauen verarbeiten kann.

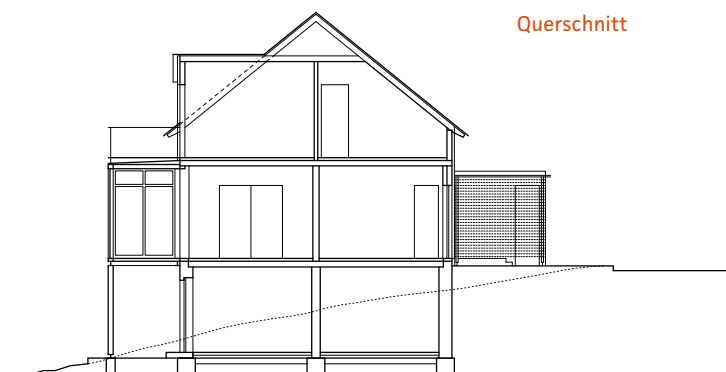
Das Grundstück wird straßenseitig von Norden erschlossen und fällt nach Süden ab. Das Gefälle wird von einer vollen Unterkellerung des Hauses überwunden. Die

Nordwestecke des Hauses wird von einer Garage mit Abstellraum als selbsttragende Holzkonstruktion mit transparenten Wänden & begrüntem Flachdach umschlossen.

Das Haus öffnet sich nach Süden. Dem Erdgeschoss vorgelagert ist als separate Konstruktion ein aufgeständerter Wintergarten mit Terrassen. Der Wintergarten wirkt als zusätzliche Wärmequelle an kalten, aber sonnigen Tagen. An heißen Sommertagen kann er durch Rollos und geöffnete Oberlichter vor Überhitzung geschützt werden. Das Dach des Wintergartens bildet gleichzeitig den Fußboden für den Balkon im Dachgeschoss. Das Dachgeschoss ist mit einem 0,85 m hohen Kniestock ausgebildet.



Erdgeschoss



Querschnitt

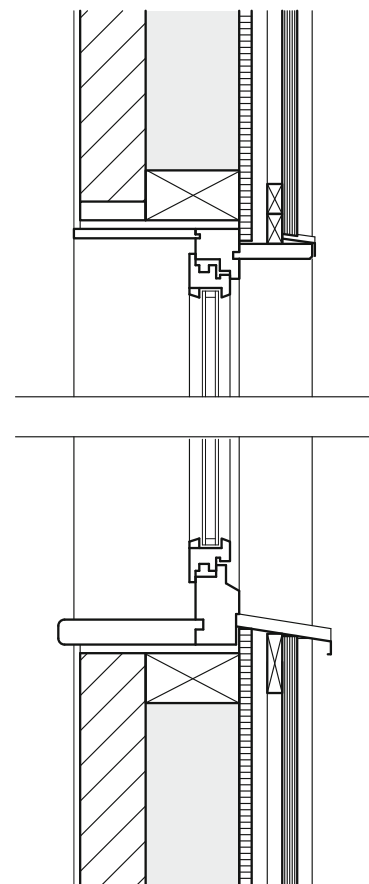
Nutzfläche: 170 m²
Baukosten: 235 000 €
Baukosten/m²: 1380 €/m²



Der Keller wurde in Poroton-Ziegelmauerwerk ausgeführt und innen mit 1-lagigem Lehmputz beschichtet. Die 140 mm dicken Ständer des Holztragwerks nehmen in den Gefachen die Wärmedämmung aus Zellulosefasern auf. Der Hohlraum für die Dämmung wird innen durch eine Schale aus Holzleichtlehm-Steinen (4DF 240/115/238 mm gelocht; $\rho_d = 1100 \text{ kg/m}^3$; $\lambda \approx 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ in Lehm-Mauermörtel verlegt, 2-lagig mit Lehm verputzt) und außen mit einer Schalung aus 20 mm dicken Holzweichfaserplatten gebildet. Außen ist eine hinterlüftete senkrechte Boden-Deckel-Schalung aus Holz aufgebracht worden. Alle tragenden Innenwände des Erd- und Obergeschosses sind in den von den Holzständern gebildeten Ausfachun-

gen mit in Lehmörtel verlegten Lehmsteinen (240/115/175 mm; $\rho_d = 1700 \text{ kg/m}^3$ ohne Lochanteil) ausgemauert und beidseitig 2-lagig mit Lehmörtel verputzt. Der abschließende Lehmfeinputz bleibt ungestrichen und verleiht dadurch den Innenräumen eine besondere Atmosphäre. Die Holzbalkendecke mit Einschub aus Holzfurnierplatten zwischen dem Erd- und Obergeschoss hat eine Auflage aus Grünlingen (NF, 2DF), die die Speichermasse im Haus vergrößern.

Eine große Speichermasse im Haus bildet auch der große Lehmofen im Erdgeschoss, als Mittelpunkt des Raumes. Er wird mit Holz beheizt. Die Grundheizung des Hauses erfolgt mit einer Zentralheizung auf der Basis von Erdgas.



Außenwandaufbau:
 Boden-Deckel Holzschalung, hinterlüftet
 20 mm Holzweichfaserplatte
 140 mm Holzständer, Zellulose Dämmung
 115 mm Leichtlehmsteine 4DF
 2-lagig Lehmputz

Standort: D-64285 Darmstadt
Architekten: Schauer + Volhard Architekten BDA
Lehmbau: Unger GmbH & Co KG, Heppenheim
Bauzeit: April - Oktober 2012



Foto: Thomas Ott

Haus J, Holz-Lehm-Neubau, Darmstadt



Ein vertikaler Luftraum schafft helle offene Innenräume

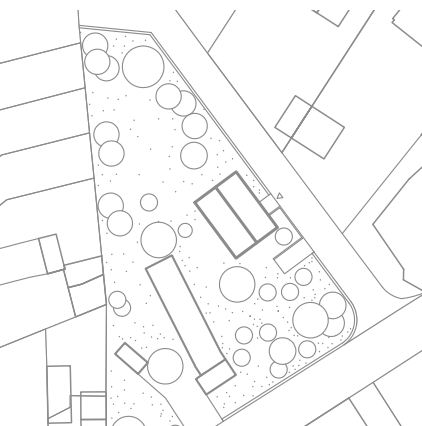
Das kleine Einfamilienhaus steht auf einem innenstadtnahen Gartengrundstück. Das begrenzte Budget erforderte eine einfache Konstruktion mit ökologischen Baustoffen und flexibel nutzbare Räume in hoher architektonischer Qualität. Ein gutes Raumklima war gewünscht sowie ein angemessener Wärme- und Schallschutz. Der Bau wurde in sechs Monaten unter Einhaltung der Baukosten errichtet.

Der kompakte Baukörper, zur Strasse relativ geschlossen, öffnet sich zum Garten unter einem weit auskragendem Dach, das einen großzügigen Holzbalkon und eine Holzterrasse vor Regen schützt.

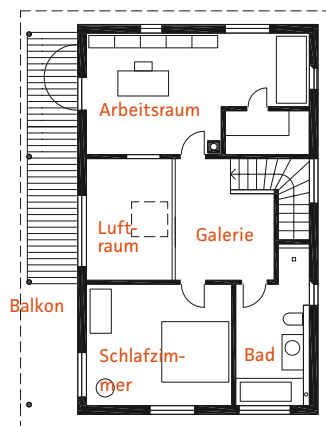
Im Inneren verbindet ein von oben belichteter vertikaler Luftraum die beiden Geschosse und schafft helle fließende Räume. Dieser Luftraum könnte bei größerem Raumbedarf auch für ein zusätzliches Zimmer geschlossen werden. Klimatisch und räumlich ist der Wohnbereich mit großen Schiebetüren unterteilbar. Wenn offen, ermöglichen diese Blickbeziehungen und erzeugen räumliche Großzügigkeit.

Ein kleiner Bereich ist flexibel nutzbar, z.B. als Gastzimmer oder bei Krankheit, und das Dusch-WC ist barrierefrei erreichbar. Im Obergeschoss sind zwei Zimmer, ein großes Bad und eine Arbeitsgalerie.

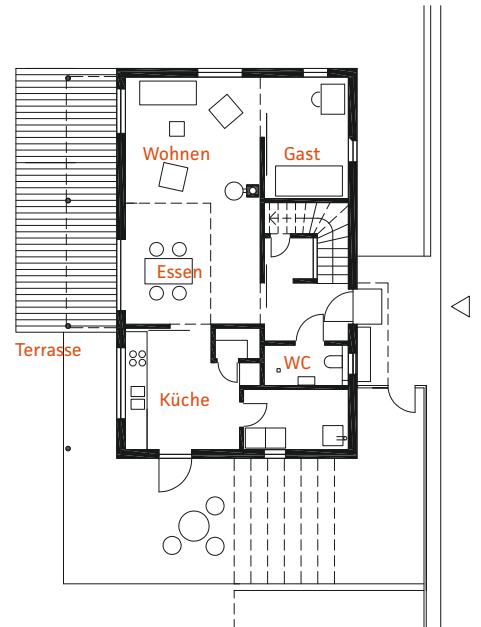
Lageplan



Grundriss OG



Grundriss EG



Lehmbau · projekte



Für die Konstruktion wurde eine elementierte, teils vorbeplankte Holzrahmenbauweise gewählt mit Massivholzdecke und flach geneigter Sparrendachdecke. Zur Verbesserung des Raumklimas im sonst leichten Holzbau wurden Lehmbaustoffe (ca. 40t) als Speichermasse in den Außen- und Innenwänden verwendet.

Die Außenwände erhielten außen holzüberdeckend eine zweigeschossig durchgehende Leichtlehmschale, die wartungsarm mit Kalk verputzt und dunkelrot gestrichen, Sonnenenergie einspeichert und ihr Temperaturniveau erhöht. Eine Zellulosefaserdämmung auf der Innenseite sorgt im Winter für warme Wandoberflächen und schnelle Beheizbarkeit. So wird mit kapillaraktiven Baustoffen ein robuster Feuchteschutz ohne Dampfbremse und Installationsebene erreicht, bei einer flächensparenden Wanddicke von 29cm.

Die Holz-Lehmkonstruktion der Außenwände wurde neu entwickelt: außen wurde zunächst eine auf den Pfosten durchgehende horizontale Lattung angebracht, auf die schwerer Strohleichtlehm als plastische

Baustellenmischung von innen gegen eine äußere Arbeitsschalung sattelartig aufgelegt und von innen mit dem Brett eben verstrichen wird. Die Arbeiten dauerten wenige Wochen und die Trockenzeit wurde für Installationen und Estricharbeiten genutzt. Nach dem Trockenbau wurden die Hohlräume der Holzkonstruktion von innen mit Zellulosefaser ausgeblasen.

Die Innenwände sind für den sommerlichen Wärmeschutz mit schweren Lehmsteinen gefüllt, die trocken in den halboffenen Innenwandgefachen eingestapelt wurden, wie üblich mit Klemmleisten befestigt. Durch Nachtlüftung ist das Haus tagsüber angenehm kühl.

Die leichte Beheizbarkeit mit einem zentralen Stückholzgrundofen mit gesundem Strahlungsklima und kühlerer Luft wird erreicht durch die schnell erwärmbaren Oberflächen und die Innendämmung. Eine sparsame Fußbodenheizung unterstützt den Komfort, und der gute Dämmstandard ermöglicht niedrige Vorlauftemperaturen.

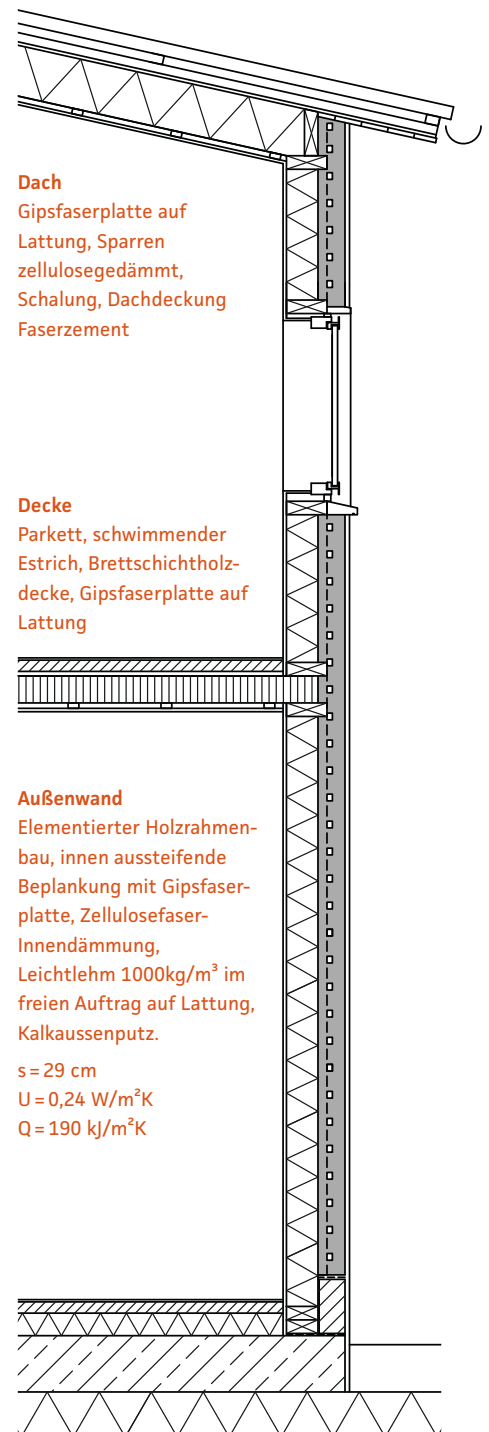


Außenwände: Strohleichtlehm auf einem Gerüst aus horizontalen Holzlatten aufgetragen



Innenwände: Lehmsteine trocken gestapelt in den Gefachen und mit Klemmleisten befestigt

Wohnfläche:	130 m ²
Endenergiebedarf:	70 kWh/m ² a
Baukosten / m²:	1780 €/m ² Wfl
	KG 300-400 netto



Dach
Gipsfaserplatte auf Lattung, Sparren zellulosegedämmt, Schalung, Dachdeckung Faserzement

Decke
Parkett, schwimmender Estrich, Brettschichtholzdecke, Gipsfaserplatte auf Lattung

Außenwand
Elementierter Holzrahmenbau, innen aussteifende Beplankung mit Gipsfaserplatte, Zellulosefaser-Innendämmung, Leichtlehm 1000kg/m³ im freien Auftrag auf Lattung, Kalkaussenputz.

s = 29 cm
U = 0,24 W/m²K
Q = 190 kJ/m²K

Fassadenschnitt

Standort: D-51766 Engelskirchen
Bauherr: Jörg Deselaers, Schloss Ehreshoven
Architekten: Bernhard Bramlage Architekten & Mekus Architekten, Düsseldorf
Lehmbau: CLAYTEC (Steine, Stampflehm, Putz), WEM Wandheizung GmbH, Koblenz
Bauzeit: 2007



Foto: Thomas Koculak

Das Lehmhaus, Ecolut-Forum, Engelskirchen



Aus den Wandheizungselementen heraustehende Rohrenden

Eingebettet in die grüne Natur, unweit von Schloss Ehreshoven in Engelskirchen bei Köln, entstand in nur vierzehntonatiger Bauzeit ein Gebäudekomplex, das seine Holz- und Lehmbauweise eindrucksvoll zur Schau stellt. Das große lichtdurchflutete Büro- und Seminargebäude mit der großzügigen Glasfront an der Südseite umfaßt drei Etagen mit jeweils 200 m².

Die Konstruktion besteht aus Eichenholz, welches bereits während der letzten 10 Jahre im eigens dafür erworbenen Wald geschlagen wurde. Dieses Eichenholz dient auch als Baumaterial für Türen, Fenster

und Fußböden. Die Dämmung erfolgte mit Holzfaserdämmstoffen, die Wände wurden mit speziellen Wandheizungen ausgestattet und mit Lehm verputzt. Sie schaffen nun durch ihre feuchtigkeitsausgleichende Wirkung ein einzigartiges Raumklima im gesamten Gebäudekomplex.

Beheizt und gekühlt wird das Lehmhaus mit der Wandheizung der WEM Wandheizung GmbH aus Koblenz, die an Wänden und Decken angebracht sind. Der Bauherr entschied sich für eine Wandheizung aufgrund der angenehmen Strahlungswärme, die von den temperierten Wänden ausgeht.



Foto: Thomas Koculak

Das Kaminzimmer mit Fernblick und einem in der Stampflehmwand eingelassenen offenen Kamin



Rohbau mit Holzpaneel-Außenwänden und Tragkonstruktion aus Holz und Stahl

Im Sommer wird einfach kaltes Wasser durch die Rohre geleitet – ein geräuschlose Klimaanlage ohne unangenehme Zugluft. Ein weiterer wichtiger Grund war die zu erwartende Energieersparnis: mit einer Wandheizung kann die Raumtemperatur bei gleichem Wärmeempfinden um bis zu 3°C abgesenkt werden, was eine Energieersparnis von bis zu 18% bedeutet.

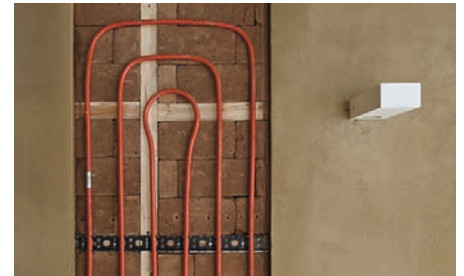
Verwendet wurden WEM Klimaelemente, patentierte Trockenbauplatten aus Lehm, in denen die wasserführenden Rohre bereits eingelassen sind. Diese lassen sich sehr schnell und einfach montieren. Die Platten eignen sich besonders für den Einsatz im Holzständerbau, den Dachgeschoßausbau oder als Kühldecken.

Des Weiteren wurden Stampflehm sowie Lehmsteine und Lehmputze der Firma Claytec e.K. aus Viersen verwendet. Um dem Besucher eine Idee vom Wandaufbau zu geben, hat der Bauherr an einigen Stellen die Wandheizung in einer Art Sichtfenster unverputzt dargestellt.

Das architektonische Highlight des Gebäudes ist eine ca. 6 m hohe Stampflehmwand über zwei Etagen, hinter der sich ebenfalls Wandheizungsrohre befinden (montiert auf einer dahinterliegenden Kernwand). Somit strahlt diese massive Wand nicht nur eine angenehme Wärme aus, sondern ist durch die Schichtung von Lehm in unterschiedlichen Farben und Körnungen eine attraktiver Blickfang.



Deckenmontierte WEM Klimaelemente



Sichtfenster auf das Rohrregister der Wandheizung



Die WEM Klimaelemente werden miteinander verbunden und an den Heizkreisverteiler angeschlossen

Standort: D-10243 Berlin
Architekten: Roswag Architekten
GvAmbH, Berlin
Tragwerksplanung: Ziegert Seiler Ingenieure
GmbH, Berlin
Lehmbau: Stukkateurmeisterbetrieb
Patrick Kaul, Berlin
Fertigstellung: 2012



Foto: Gerrit Engel

Umbau eines ehemaligen Waschhauses, Berlin



Bestand des ehemaligen Waschhauses vor Planung

Das Waschhaus Koppenstraße ist Teil des 60er Jahre Ensembles der heutigen Frankfurter Allee (ehemals Stalin Allee) in Berlin-Friedrichshain und liegt als Wirtschaftsgebäude in einem Innenblock der südlichen Straßenseite. Das eingeschossige Gebäude wird zu Wohnzwecken umgenutzt und mit zwei weiteren Geschossen in Holzbauweise aufgestockt. Die so entstandenen 10 Wohneinheiten wurden nach ganzheitlich ökologischen und nachhaltigen Grundsätzen geplant.

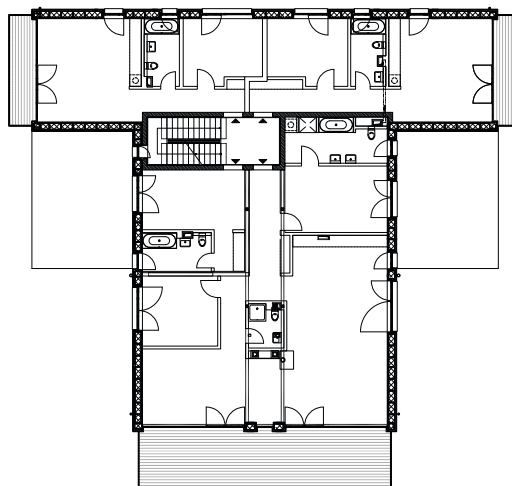
Der Gebäudebestand ist in seiner Grundstruktur weitgehend erhalten und

bleibt über seine Putzfassade gut erkennbar. Die Obergeschosse sind geprägt von frei angeordneten, vorrangig horizontalen Fensteröffnungen. Alle Wohneinheiten richten sich über großformatige Verglasungen zu großen Terrassen und Balkonen aus.

Die beiden großen Wohneinheiten im EG und 1. OG werden von den Bauherren selber genutzt. Die weiteren kleinen Wohneinheiten sind zur Vermietung vorgesehen. Durch die Anordnung zweier Lichthöfe entstanden im Kellerbereich natürlich belichtete Räume die unter anderem als Atelier genutzt werden.



Lageplan

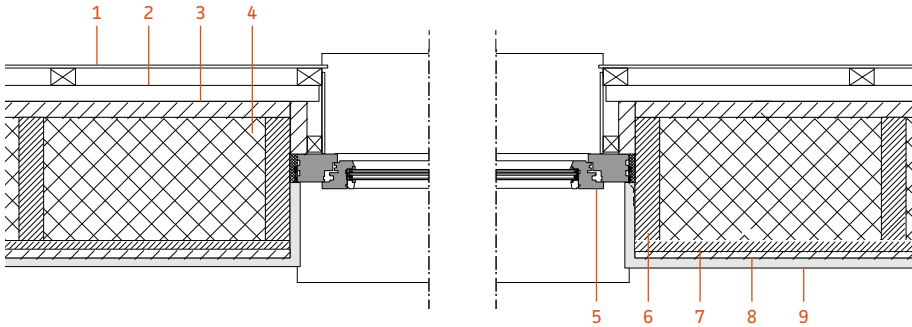


Grundriss 1. OG

Lehmbau · projekte

- 1 Fassadenplatte, 8 mm
- 2 Unterkonstruktion/Hinterlüftungsebene, 80 mm
- 3 Holzweichfaserplatte, 40 mm
- 4 Zellulosedämmung WLG 040, 300 mm

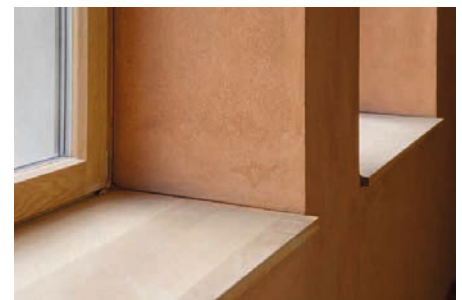
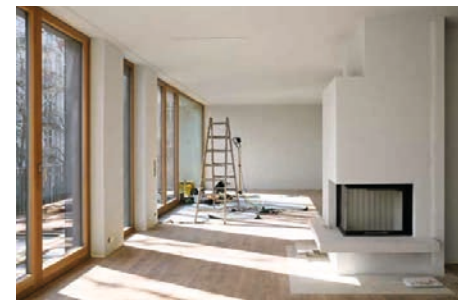
- 5 Holzfenster mit Isolierverglasung, U-Wert 0,12 w/m²K
- 6 Holzständer, 300 × 60 mm
- 7 OSB-Platte als luftdichte Ebene, 22 mm
- 8 Holzweichfaserplatte, 20 mm
- 9 Lehm-Trockenbauplatte mit Lehmfeinputz, 25 mm



Holzbauergänzung im 1. OG und 2. OG, Horizontalschnitt, U-Wert 0,13 w/m²K

In der Planung wurde auf wohngesunde nachhaltige Standards Wert gelegt. Die Baumaßnahme wurde weitestgehend mit natürlichen Baustoffen ausgeführt. Lehm, Holz und Zellulose sind um ein vielfaches feuchtigkeitsaktiver als konventionelle Baustoffe und bewirken ein stabiles gesundes Wohnklima. Über eine diffusionsoffene Bauweise kann die Entstehung von Schimmel ausgeschlossen werden und auf die im Bereich Niedrigenergiehaus übliche mechanische Wohnraumbelüftung verzichtet werden. Die verwendeten Baustoffe bewirken einen hohen sommer-

lichen Wärmeschutz und verhindern ein Überhitzen im Sommer. Das Gebäude soll 100% regenerativ mit Solarenergie und Holzpellet beheizt werden und erreicht über seine hochdämmende Hülle und effiziente, regenerative Gebäudetechnik den Standard KfW-55, also 55% der Neubauanforderungen nach EnEV 2007. Passivhaus Kamine geben 80% ihrer Wärmeerzeugung an die Wärmezentrale ab. Die Grundversorgung erfolgte über eine Gasbrennwerttherme. Die optionale Installation einer solarthermischen Anlage kann kurzfristig nachgerüstet werden.



Lehmputz und Naturbelassene Hölzer prägen den Innenraum. Die Wände wurden noch mit weißer Lehmfarbe gestrichen.



Montage vorgefertigter Wandelemente, Holzrahmenbau

Fotos: Daniela Friebe, Roswag Architekten