



Planung, Produktion und Montageablauf mit Lehm-Passivhaus – Baumodulen am Beispiel:

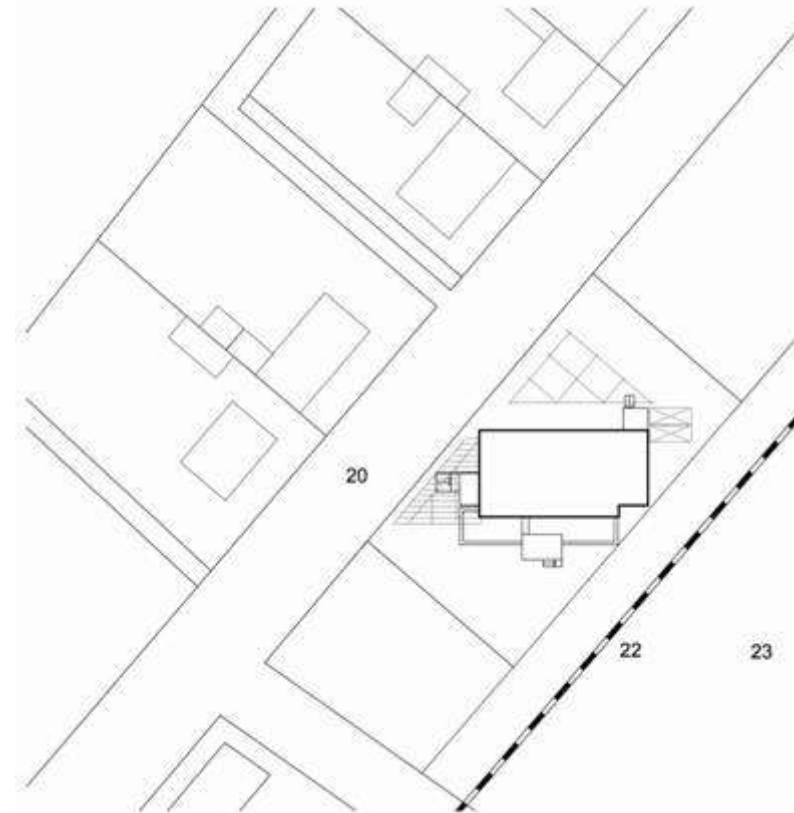
Lehm – Passiv Bürohaus Tattendorf

Ein Projekt im Rahmen der Programmlinie
„Haus der Zukunft“



Bauen mit Lehm-Passivhausmodulen von natur & lehm:

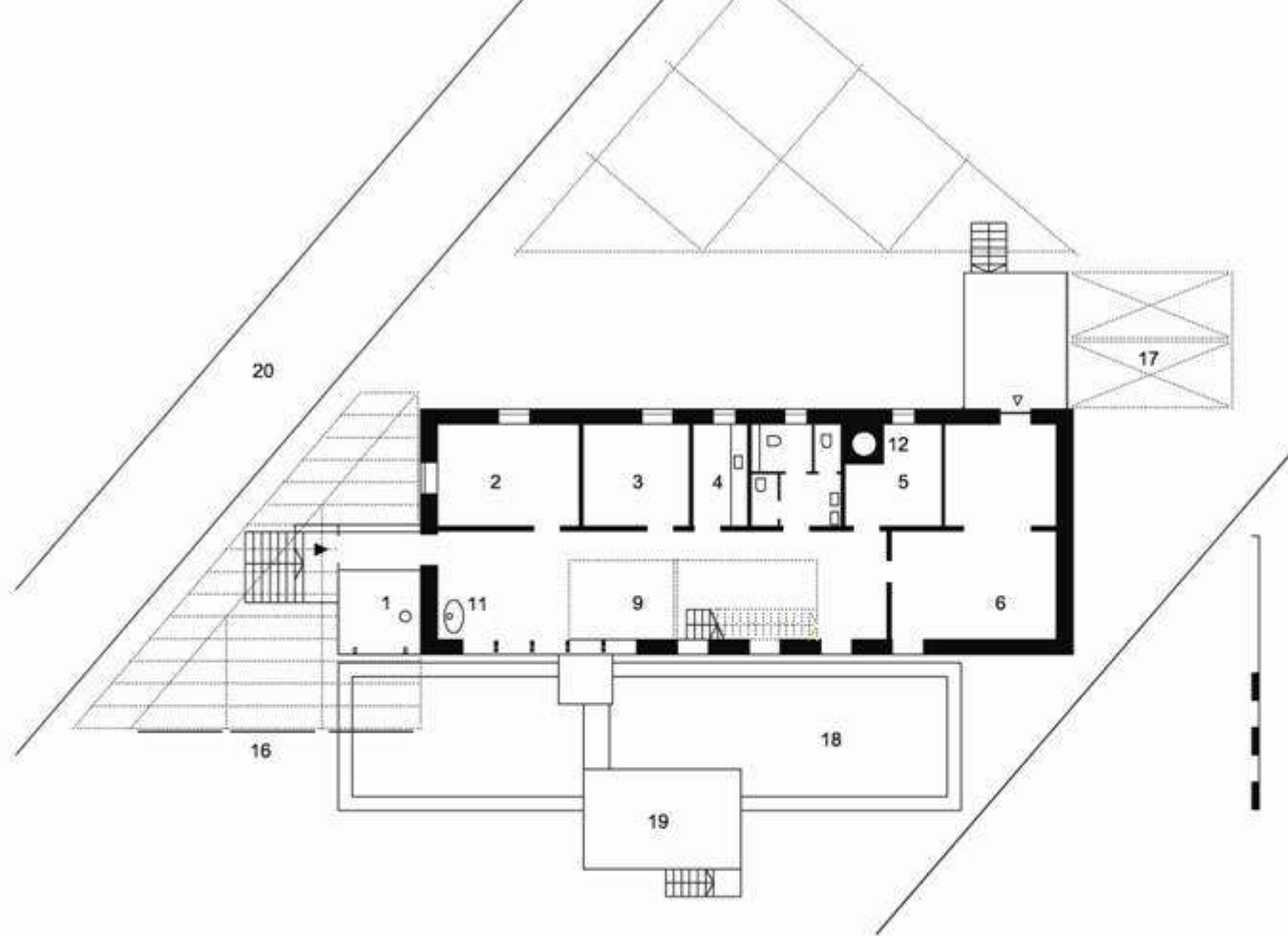
Lehm-Passiv Bürohaus Tattendorf



Das Bausystem

„Lehm-Passivhaus – Module“

- Referenzobjekt „**Lehm-Passiv Bürohaus Tattendorf**“ der Fa. natur & lehm GmbH nahe Baden bei Wien
- .
- Bild links: Der Bauplatz vor Baubeginn;
- rechts die Plandarstellung der Lage:
- Dieses Gebäude am NÖ. Referenzstandort Tattendorf konnte hier optimal nach Süden orientiert werden.
- Das ist aber keine Bedingung für die Funktion als Passivhaus. Abweichungen der Gebäude-Längsachse von der Ost-West Richtung bis 25 Grad sind ohne wesentliche Nachteile möglich.
- Bei einer weiter abweichenden Gebäudeorientierung müßte dieser ungünstige Einflussfaktor in Form reduzierter passiver solarer Energiegewinne in der Heizperiode und Überhitzungsgefahr im Sommerhalbjahr entsprechend berücksichtigt werden.



- 1 windfang
- 2 sekretariat
- 3 büro
- 4 küche
- 5 technik
- 6 lager
- 7 archiv
- 8 seminarraum
- 9 aula
- 10 luftraum
- 11 ofen
- 12 speicher
- 13 wartungs- und sonnenschutz
- 14 terrasse
- 15 warmwasserkollektor
- 16 PV-kollektor
- 17 container
- 18 wasser
- 19 steg
- 20 oberwaltersdorfer straße



ansicht_süd

Besuchen sie uns...

- Eine Besichtigung des Lehm-Passiv Bürohauses Tattendorf (s. Folie 4) nach Voranmeldung ist möglich.
- Im Innenraum dieses Büro- und Schaugebäudes von natur & lehm können die wichtigsten modernen Lehm-Wandoberflächen und Materialien, sowie Wandaufbauten besichtigt werden.
- **Einige Funktionen des Referenzgebäudes als F&E Projekt:**
- Vorstellung eines kommerziell umsetzbaren, wirklich nachhaltigen Passivhaus-Baukonzepts.
- Die dazu notwendigen, neuen Lehmbaustoffe, -produkte und -techniken wurden von natur & lehm entwickelt und sind lieferbar.
- Als Bauinteressent/in oder Planer das Raumklima im Gebäude unmittelbar erleben können.
- Zu zeigen, dass dieser Komfort am besten mit echten, chemisch nicht stabilisierten Lehmbaustoffen möglich ist.
- Zu zeigen, dass nachhaltige, moderne Architektur Lehm, Holz und Glas bedeutet, statt Beton, Stahl und Glas und dass die funktionelle Verwendung von Holz und Lehm nicht ein Griff in die architektonische Mottenkiste, sondern ein Neubeginn ist.
- Einzelne Zwischenwände wurden auch in historischen Lehmbautechniken errichtet, um an 7000 Jahre mitteleuropäische Lehmbaukultur zu erinnern und modellhafte eine der Sanierungsmöglichkeiten für vorindustrielle Altbauten zeigen zu können.
- Als Ort für Workshops für natur & lehm – Fachverarbeitungs-Partnerbetriebe für die neuesten Verarbeitungstechniken im Zusammenhang mit dem Passivhaus-Bau.

Lehm



Bild C:

Der Sand- und Lehmabbau nahe dem natur&lehm Werk Winzing, zwischen Krems und St. Pölten gelegen. Hier werden die hochwertigen Quarzsande und Lehme für die Produktion von modernen Lehmbaustoffen gewonnen. Das Bausystem „Lehm-Passivhaus“ ist eine vollständige Neuentwicklung, vom Abbau der mineralischen Rohstoffe über die Naturfasertechnologie, die mikrobielle Behandlung, bis zum letzten Pinselstrich mit Kaseinfarbe im Innenraum folgt alles einem kohärenten Konzept einer „starken Nachhaltigkeit“.

Lehm

- natur & lehm erzeugt ausnahmslos baubiologische, echte Lehmbaustoffe ohne chemische oder sonstige Stabilisierungsmittel.
-
- Dadurch bleiben alle lehmspezifischen Eigenschaften erhalten und durch die ausgesuchte Qualität unserer Lehme, Sande u. Naturfasern erzielen wir beste technische Eigenschaften bei Druck- und Biegezugfestigkeit, sowie Sorptionseigenschaften für die Feuchteregulierung
- (s. auch Produktblätter u. technische Datenblätter für n&l Lehmbaustoffe)
- Volldeklaration aller Inhaltsstoffe der n&l Lehmputze im Rahmen des IBO – Prüfzeichens durch das Inst. f. Baubiologie und –Ökologie Wien 2004 unabhängig überprüft.



Stroh

Stroh – Dämmung, Brandschutz, Konstruktionsraster:

- Der Naturdämmstoff Stroh ist in großen Mengen verfügbar und kostengünstig, jedoch relativ leicht biologisch abbaubar
- Daher wurde das n&l Lehm-Passivhaus Modulsystem als Konstruktion, in der Logistik und in der Ausführung mit besonderer Sorgfalt entwickelt.
- Deshalb wird die Dämmstoffschicht der Module zu beiden Seiten von kapillar hochwirksamen n&l Lehmbaustoffen luftdicht aber diffusionsoffen umschlossen. Die Anwendung technischer Folien entfällt daher.
-
- Das verwendete Ballenformat bedingt unseren Wandraster von 131 cm, auf dem diese Modul-Bauweise konsequent aufbaut.
- Brandschutz: Der Wandaufbau wurde von der Versuchsanstalt MA 39 in Wien geprüft und es wurde F 90 erreicht.

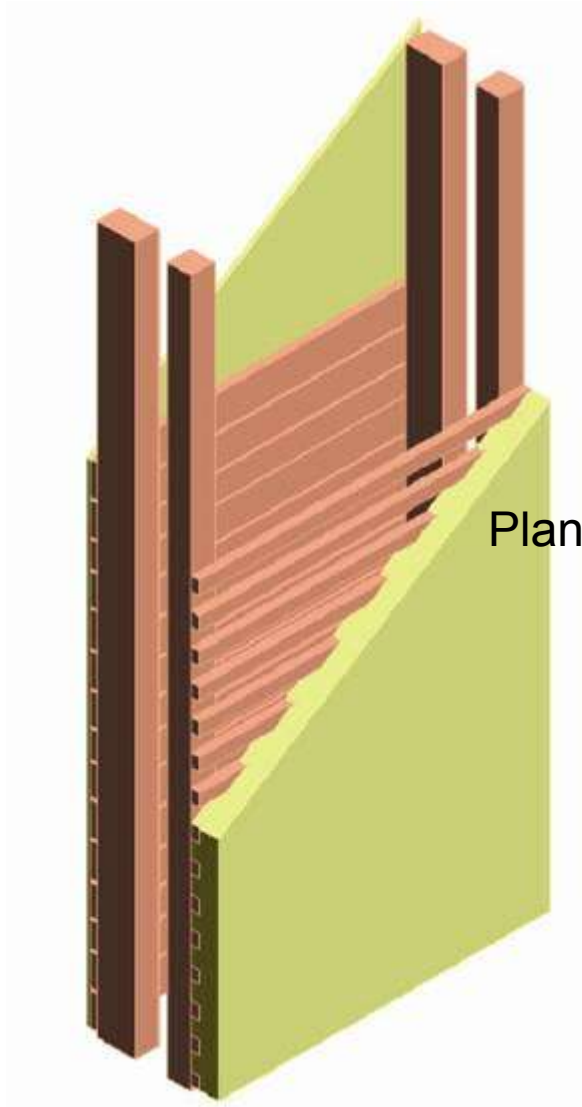
Holz



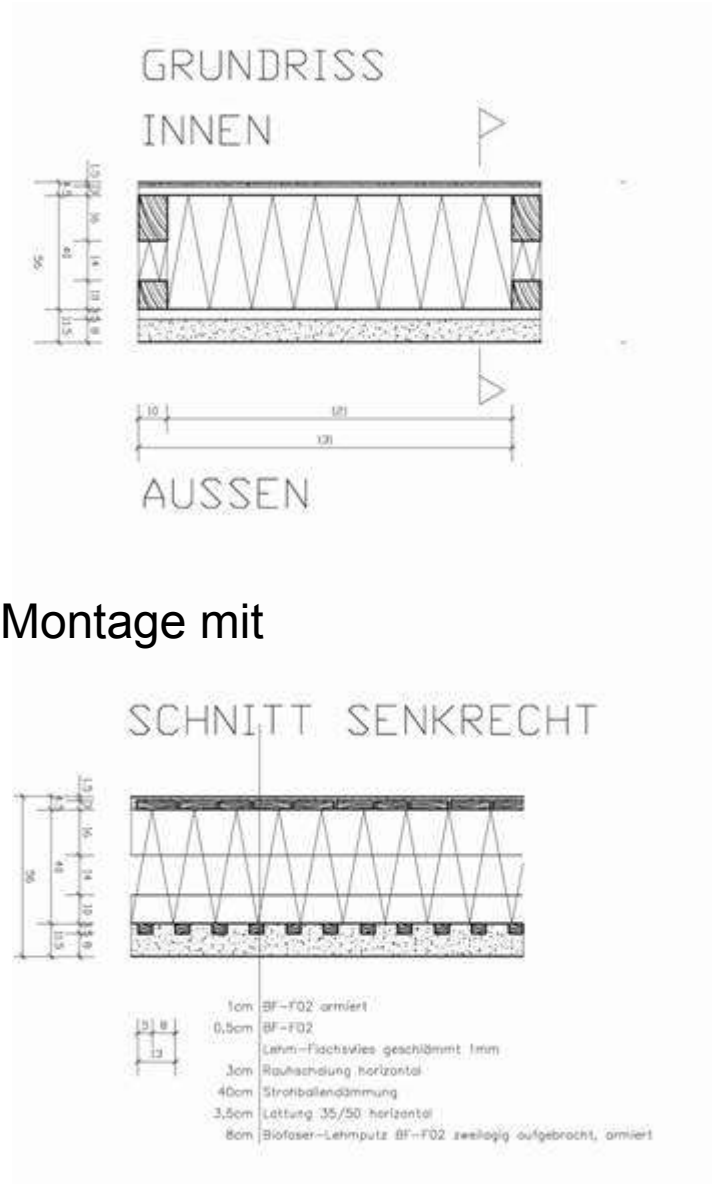
Holzkonstruktion Innenperspektive Aula

Holz als tragende Konstruktion

- Die Außenwände sind als Doppelriegel-Rahmenkonstruktion ausgeführt (Details s. Folie12).
- Charakteristisch für die Konstruktion ist die lasttragende Mittelwand aus Holzrahmen-Elementen, (wahlweise auch aus lasttragenden Lehmziegel möglich).
- Alle anderen Zwischenwände sind nicht lasttragend und können daher frei geplant werden.
- Die Lonyb-Dübelbaum Fertigteile der EG/OG Decke bilden eine horizontale Aussteifungsebene. Alle Außen- und Mittelwandmodule stehen auf den Plattform-Modulen. Im Obergeschoß tragen sie die Dach-Module.



Planung und Montage mit



Fertigteil - Konstruktionsprinzip

Planung und Montage mit Fertigteil - Konstruktionsprinzip

- Die Außenwand-Module im Rastermaß von 131 cm haben eine Länge bis 8 m und sind geschoßhoch (300 cm).
- Die Lichte zwischen den Riegeln (Normal-Einbaumaß für Fenster u. Türen) beträgt 121 cm.
- Die Wandstärke samt der äußeren 8 cm Biofaserlehm Schicht beträgt 54 cm. Die Wärmedämmung ist 40 cm stark. Der u-Wert der Wand beträgt 0,11 W/m²K. Der Heizenergieverbrauch beträgt 12 kWh/m²/Jahr.
- Eine Variante mit hinterlüfteter Holzfassade kann je nach Konstruktion um 6 cm breiter sein. (Auch andere Fassaden-Varianten wie Putzfassaden auf Putzträgerplatten, oder verglaste, semitransparente Schilf-Lehm WD können ausgeführt werden)
- Die Stärke der Massivholz-Fertigteildeckenelemente liegt je nach statischem Erfordernis zwischen 12,5 und 16,5 cm, die Breite beträgt 125 cm, eine Länge bis 12 m ist möglich.
- Auch erforderliche vertikale, statisch wirksame Scheiben können mit denselben gedübelten Lonyb-Fertigteilen ohne Leim und Nagel z.B. in 10,5 cm Stärke ausgebildet werden.
- Plattform- und Deckenmodule sind im selben Rastermaß 131cm aufgebaut und besitzen eine Regelbreite von 262 cm bei einer Länge bis 12 m.
- Die gesamte Außenhülle wird innen und außen von einer n&l Lehm-Vliesschicht luftdicht, aber hochdiffusionsoffen umschlossen.

Baumodul-Produktion in Dobersberg;



Bild A:

Holzrahmen eines Wandmoduls in der Fertigungshalle der Fa. Longin Holzbau in Dobersberg, Bez. Waidhofen/Thaya, Waldviertel. Ausführung als Doppelriegelkonstruktion für 40 cm Stroh- und Flachsdämmung. Dem Bau des Lehm-Passivhauses Tattendorf ging, ebenfalls als „Haus der Zukunft Forschungsprojekt“ das Projekt „Entwicklung von Bauelementen für Lehm-Passivhäuser“ voraus.

Doppelriegelkonstruktion der Außenwand

- Die inneren und äußeren Riegel sind wie alle anderen Details passivhausgemäß wärmebrückenfrei konstruiert und nur durch Laschen kraftschlüssig verbunden.
- Die Dimensionierung erfolgte nach der Statik-Berechnung von Dr. Hollinski/Wien.
- Das Gewicht des 8 cm starken Leichtlehm-Erds substrat des Grasdaches und der äußeren 8 cm Biofaserlehm – Schicht erforderten einen größeren tragenden Querschnitt der Riegel als bei konventionellen Konstruktionen. Eine Reduktion der Holz-Querschnitte für konventionelle Ausführungen ist möglich.
- Insbesondere wegen der wirtschaftlichen, ökologischen und baubiologischen Vorteile der hier gewählten speziellen Grasdachkonstruktion (langfristig praktisch wartungsfrei, keine Regenwasserableitung erforderlich, Artenvielfalt statt Versiegelung, Abschirmwirkung gegen technische Wechselfelder, geringste Störung der natürlichen Erd- und Höhenstrahlung) wurde der Mehraufwand an Konstruktionsholz im Projekt in Kauf genommen.



Strohdämmstoff-Einbau

- Das Stroh aus Großballenteilen wird unbehandelt eingebaut. Durch den fachgerechten Konstruktionsaufbau mit dem zweiseitigen Einschluss des Naturdämmstoffs Stroh in echten Lehmbaustoff ist die Brandbeständigkeit und die Beständigkeit gegen Verrottung und Schädlinge gegeben.
- Prinzipiell basiert diese Konstruktionsweise auf vielen Erfahrungen aus Untersuchungen an historischen Gebäuden, die eine Jahrhunderte lange Beständigkeit geeigneter Kombinationen von Lehm mit Stroh beweisen.



Bild G:
Zweilagige Beschichtung der Wandmodule mit Biofaserlehm BFND3 und D2 A.
Mikrobletelle statt chemischer Stabilisierung ermöglicht den Einsatz von Lehmbaustoff
auch an bewitterten Außenwänden. Im Hintergrund ein bereits fertig beschichtetes
Außenwand-Modul.



Produktion/ Biofaserlehm - Fassade

- Zweilagige Beschichtung von Außenwand-Modulen mit Biofaserlehm BFN 03 und BFN 02 A in 8 cm Stärke in der Produktion.
- (natur & lehm besitzt das EU-Patent für Biofaserlehm EP 09 03 328)
- Die n&l Biofasertechnik mit Hanf- und anderen Naturfasern in Kombination mit mikrobieller statt chemischer Stabilisierung ermöglicht den Einsatz von Lehmbaustoff auch an bewitterten Außenwänden.
- Die Außenwand-Module können auch statt mit Biofaser- Massivlehm-Fassade mit hinterlüfteten Holzverkleidungen, mit verglasten, semitransparenten Schilf-Lehm Dämmelementen, oder anderen Fassadentypen kombiniert werden.



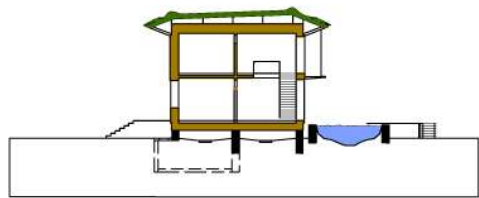
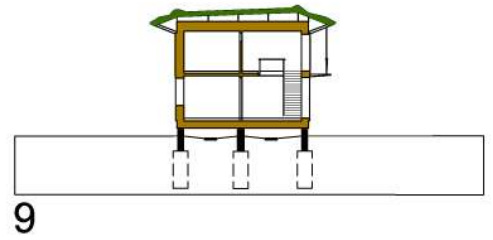
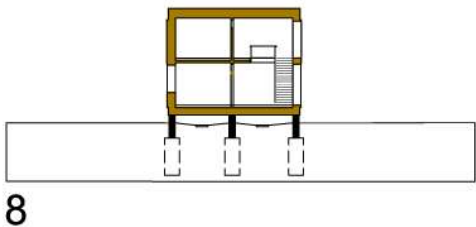
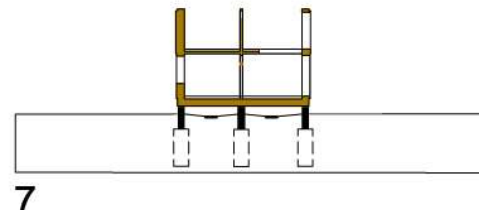
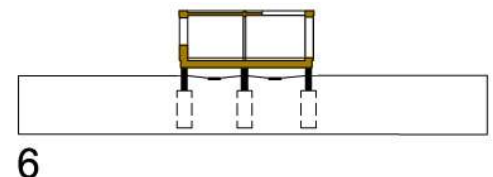
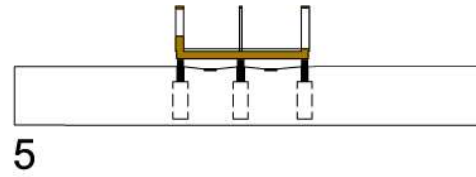
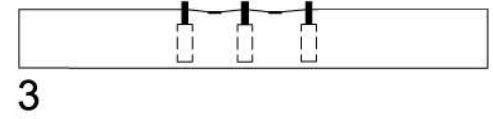
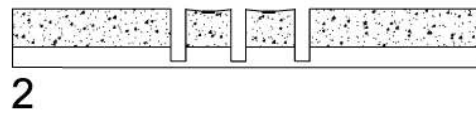
Produktion/ Zwischenlagerung

- Linkes Bild:
- Ein fertiges Wandmodul wird zum Zwischenlagerungsplatz gebracht .
- Rechtes Bild:
- Zwischenlageraufbau; Fertige Plattform- und Deckenmodule liegen gestapelt zum Abtransport bereit.



Fundamente

- Baubeginn für die Streifenfundamente samt Installationsschacht war in Tattendorf im Juli 2005.
- Das Außenmaß der Fundamente des Passiv-Bürohauses beträgt 25 x 9 m, das ist eine Baufläche von 225 m²
- Das 2000 m² Betriebsgrundstück konnte von der Klimabündnis-Gemeinde Tattendorf gepachtet werden und liegt zwischen Straße und Bahnlinie.



10



Bauablauf/ Fundament und Montage

- **Fundamentbau:**

- Wegen des äußerst problematischen Baugrundes in Tattendorf mussten Betonsäulen mit Hilfe von Betonringen bis zum tragfähigen Untergrund in 3,5 m Tiefe errichtet werden (Folie 23, Fig.2 und 3, Bild links unten).
- Abgeändert auf diese Pfahlgründung wurde dann das ursprünglich allein vorgesehene, hinterlüftete Streifenfundament mit einem Minimum an Beton und Stahl ausgeführt (Folie 23, Fig.4) u.Termitensicher nach AUS-Standard!

- **Baumodul – Montageablauf:**

- 1. Tag: Montage der Plattform-Module auf dem Streifenfundament (Fig. 5 u. Folie 25 u. 27).
- 2. Tag, Dienstag:
 - Montage der Erdgeschoß-Außenwände und der tragenden bzw. aussteifenden Mittelwände, sowie der Lonyb - Massivholz-Fertigteildecken-Elemente über dem Erdgeschoß (Fig. 6)
- 3. Tag, Mittwoch:
 - Montage der Außenwand-Module des Obergeschoßes samt den tragenden bzw. aussteifenden Mittelwänden (Fig.7) montiert und Versetzen der Dach-Module (Fig.8).
- 4. Tag, Donnerstag:
 - Montage des flachen Pfettendachstuhls mit Rauschalung und Geotextil - Lage (Fig.9)
- 5. Tag, Freitag:
 - Fertigstellung mit Verlegung der Grasdachfolie und Aufbau des Grasdachs (Fig.10)



Montage der Plattform-Module (1)

- Die Plattform – Module in Rastermaßbreite von 2,62 m und einer Länge von 9 m mit einer Stärke von 0,53 m werden auf das vorbereitete Streifenfundament verlegt (Montag früh).
- Die Plattform.Module tragen die Wände und sind allseitig in n&l Lehm-Vliestechnik mit Lehmputz verputzt.



Montage der Plattform-Module (2)

- Die Unterseite der Module ist fertig lehmverputzt, die Stirnflächen sind nur bis zum Unterputz hergestellt. (In der Serienfertigung wird künftig auch die Oberseite fertig lehmbeschichtet ausgeliefert).
- Auf der Baustelle werden nur noch die längs laufenden Stoßfugen zwischen den Modulen in Lehm-Vliestechnik geschlossen und später die Ansichtsfläche der Plattform mit n&l Biofaserlehm BFN02 A verputzt .



Logistik

- Pünktlich nach Ablaufplan „just in time“ trifft der Zug mit den unter ÖBB-Transportplanen regensicher verladenen Bauteilen zum Montagebeginn in Tattendorf ein.
- Ein Schlechtwettereinbruch hatte zuvor zu einer zweitägigen Verschiebung des Ablaufplans geführt, was beim Bahntransport im Gegensatz zum Straßentransportanteil zu keinen Mehrkosten für die Standzeit führte





Montage der Wände

- Die Außenseite der Wandmodule ist fertig mit Biofaserlehm beschichtet, die Innenseite läßt die Lehm-Vliesschicht erkennen.
- Die Breite von 54 cm erweist sich bei der Montage wegen der erhöhten Standsicherheit als Vorteil.



Montage der Wände

- Präzise Vorfertigung im Holzbau und ein guter Kranführer ermöglichten eine schnelle und problemlose Montage.
- Eine spätere Kontrollmessung im innen 24 m langen Erdgeschoß, im fertig verputzten Bauzustand ergab eine positive Überraschung: Die Abweichung vom Planmaß betrug auf 24 m Distanz nur 2 mm!



Montage der Südfassadenwand

- Die Wandmodule der Südfassade sind für den fassadenbündigen Einbau der Passivhaus - Fixverglasung außen auf die Riegelebene vorbereitet.
- Die Module der Südfassade wurden durchwegs nur bis zur äußeren Lehm-Vliesebene fertiggestellt, um die auch Baustellenmontage von Fassadenaufbauten in der Praxis zu testen.
- Die Biofaserlehm – Außenoberfläche wird hier erst auf der Baustelle hergestellt.
- Ein Fassadenfeld ist für die spätere Montage einer semitransparenten Schilf-Lehm Wärmedämmung vorgesehen.





A	B	C
415	405	575

★

31 RIV	391
81 ÖBB	Rgs



**KRAM-
VERLEIH**

IROST Ges.m.b.H.
TRAISEN - ST. PÖLTEN

TRAISEN - ST. PÖLTEN
- WR. NEUDORF
☎ 02762 - 514



Das Verkleben der Module in Lehm-Vlies Technik

- Folie 41: Die Wandmodule werden auf ihre Position gesetzt. Die bereits in der Fertigung mit Lehm-Vlies bekleideten Stöße werden bei der Montage mit n&l Lehmschlämme beschichtet. Die Bauteile werden so miteinander verklebt.
- Folie 42:
- Sobald die Position des Wandmoduls fixiert ist, wird auch die Stoßfuge zur Plattform in n&l Lehm-Vliestechnik verklebt.
- Folie 44:
- Auf die Vliesebene werden die Befestigungswinkel geschraubt.





TRÖST

TRÖST

KRAN-
VERLEIH

TRÖST

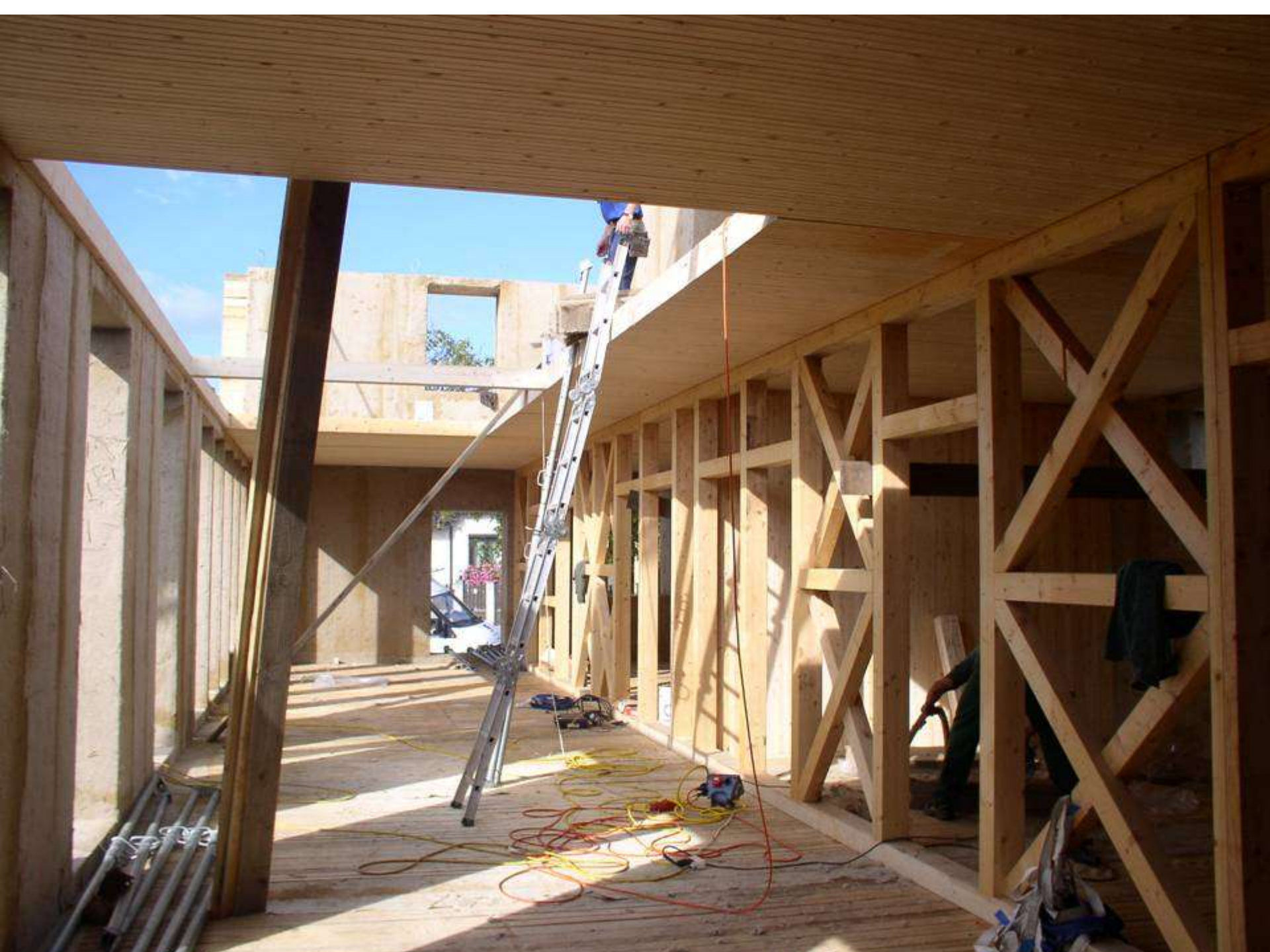
Lehmbau
www.lehm.at

Lehmbau
www.lehm.at

Lehmbauberatung
Lehmbaustoffe

www.lehm.at

Lehm & Pflanz



Aussteifung der tragenden Mittelwand

- Blick in die südseitige Aula des Gebäudes die sich über zwei Geschosse erstreckt.
- Das 25 m lange Gebäude erforderte eine mehrfache Aussteifung der Mittelwand, die hier durch Auskreuzen erfolgte und die aus gestalterischen Gründen hier mit erhöhtem Aufwand sichtbar gelassen wird.



Feuchtemessung

- Folie 48: Oberflächliche Feuchte, verursacht durch eine undichte Abdeckplane. Dieser Fehler blieb ohne Folgen, denn die oberflächliche Feuchte trocknete rasch ab. Die 8 cm Biofaserlehm-Schicht pufferte das Wasser.
- Über die Gebäudehülle verteilt sind 24 Feuchtemessstellen eingebaut für die Dokumentation des Langzeitverhaltens der Feuchte im Wandaufbau.





KRAMVERLEIH
TRAISEN-ST. RÖLTEN

Montage der Dach-Module

- Die rationelle Montage der großformatigen Dach-Module mit 66 cm Dämmstärke. (Länge 9 x 2,62 m, die beiden End-Module sind etwas breiter).
- Wie alle anderen Module werden sie in Lehm-Vliestechnik verklebt und anschließend verschraubt.



Grasdach

- Nach der Montage der Dach – Plattform wird hier in Tattendorf als Sonderkonstruktion ein flacher Pfettendachstuhl aufgebaut. Nord und südseitig wird der Dachvorsprung angebaut.
- In der Regelkonstruktion entfällt die Schließbarkeit der Hinterlüftungsebene im Dachraum, da sie im PH Tattendorf vor allem der direkten Zugänglichkeit der Messpunkte dient. Die Gesamthöhe des Dachaufbaus verringert sich dadurch künftig auf rund 1 m.
- Die 350 m² Grasdachfolie diente während der Montage vorteilhaft als jederzeit verfügbarer Regenschutz für die Lehm-Baustelle.
- Sorgfältige (Kran)arbeit beim Bewegen der Grasdachfolie ist Bedingung um Schäden zu vermeiden.








LONGIN
HOLZHAU WILHARD LONGIN G.M.B.H.
A-3843 DORNBURG - BÜNDENSTRASSE 4
TEL. 02843/2243 • FAX 02843/2243-25
www.longin.at • E-Mail: holzhaus@longin.at


The crane arm is red and has the word "WALDEN" written on it in white. It is positioned on the left side of the image, extending towards the building.

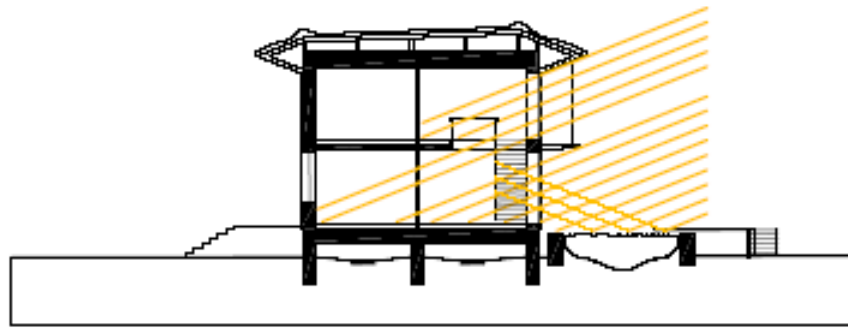
Grasdach-Montagearbeiten

- Folie 55:
- Auf das Schutzvlies wird die Grasdachfolie aufgelegt, an den Randanschlüssen (Detailausbildung beachten) befestigt und die Drainagestreifen eingebaut.
- Folie 56:
- Das n&l Blähton-Lehm Dachsubstrat wird als erste Lage von der Grasdachfirma aufgebracht. Die Big Bags mit n&l Lehm-Dachsubstrat werden am Dach entleert und in einer Schicht von 7 cm Stärke verteilt.
- Folie 57:
- Auf das n&l Lehm-Dachsubstrat wird die 1 cm dünne Erdschicht verteilt und zuletzt die 25 cm hohen Erdwälle als Voraussetzung für Intensivere, artenreichere Vegetation im Bereich der Außenwände.
- Diese Sonderkonstruktion hat zahlreiche vorteilhafte Funktionen, z.B.:
- Wasserrückhaltungs- und –speicherfunktion sowie Abschirmwirkung der Lehmschicht. In Verbindung mit der geeigneten Zusammensetzung der Erde der Deckschicht und einer gezielten Bepflanzung entwickelt sich nach 1-2 Jahren ein wartungsfreies, artenreiches sekundäres Trockenrasenbiotop.
- Beim PH Tattendorf konnte dadurch die Regenwasserableitung vollständig entfallen.

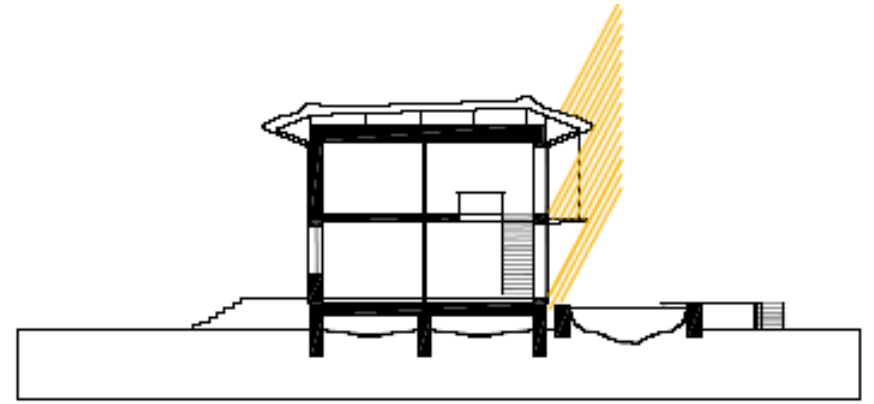


Grasdach

- Das fertiggestellte Grasdach mit Erosionsschutzmatten.
- Die Ausbildung der Traufen erfolgt nach dem Vorbild des historischen Altbaus nur mit Dachziegellagen, jedoch mit zusätzlichem Einbau einer Sturmsicherung.
- Dadurch ergibt sich auch eine interessante ästhetische Wirkung.



winter

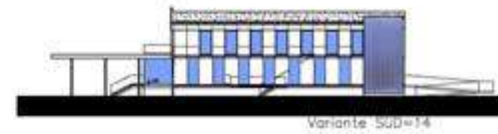
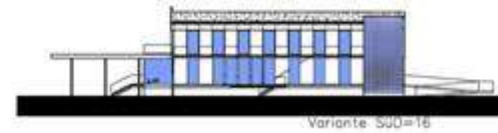
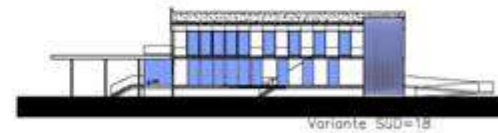
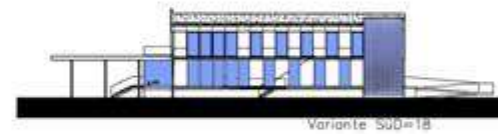
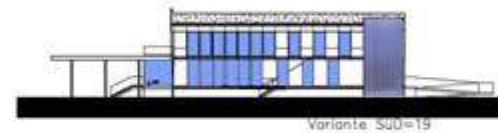
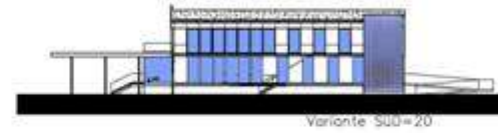
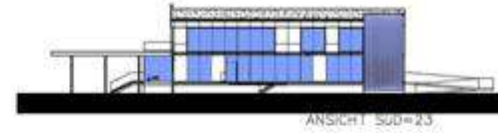
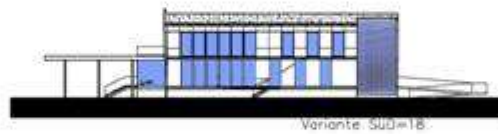
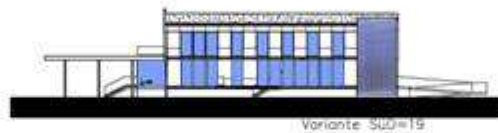
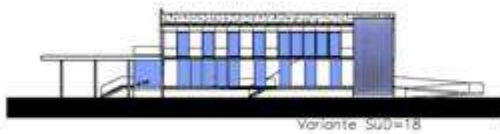
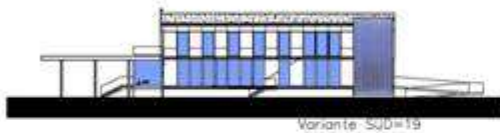
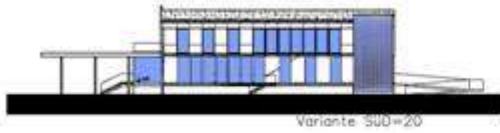


summer



Konstruktiver Sonnenschutz und Überhitzungsschutz

- **Das Prinzip des konstruktiven Sonnenschutzes auf der Südseite:**
- Vermeidung sommerlicher Überhitzung durch Dachvorsprung und Beschattungsbalkon.
- Z.B. (Folie 61) im Bild rechts unten die Wintersituation im OG – die Sonnenstrahlen durchdringen wärmend das ganze Haus, was auch wertvoll gegen Winterdepressionen wirkt.
- **Prinzipskizze oben:**
- Im Sommer wird dagegen die steil einfallende Sonnenstrahlung abgeschirmt, ohne die Aussicht und den notwendigen Lichteinfall zu beeinträchtigen, wie bei einer aufwendigeren Jalousie-Lösung.
- **Der Effekt des Dachvorsprungs auf der Nordseite:**
- Im Sommer können die Fenster des Obergeschoßes während der Nacht für die Nachtlüftung gefahrlos jederzeit offen bleiben und sichern so einfach „passiv“ die Speicherung der nächtlichen Kühle in den Lehmwänden des Hauses an Tropentemperatur-Tagen durch erhöhte Luftwechselzahl in der Nacht (eines der Ergebnisse der Gebäudesimulationsberechnungen). Die n&l Lehmputze mit ihrer besonders hohen Desorptions-Leistung erbringen in diesem Fall zum Masse-Speichereffekt einen zusätzlichen Kühleffekt aus der Verdunstungskühlung am Vormittag, wenn die gespeicherte nächtliche Luftfeuchte bei ansteigender Raumtemperatur wieder abgegeben wird.



Glasfläche groß

Glasfläche mittel

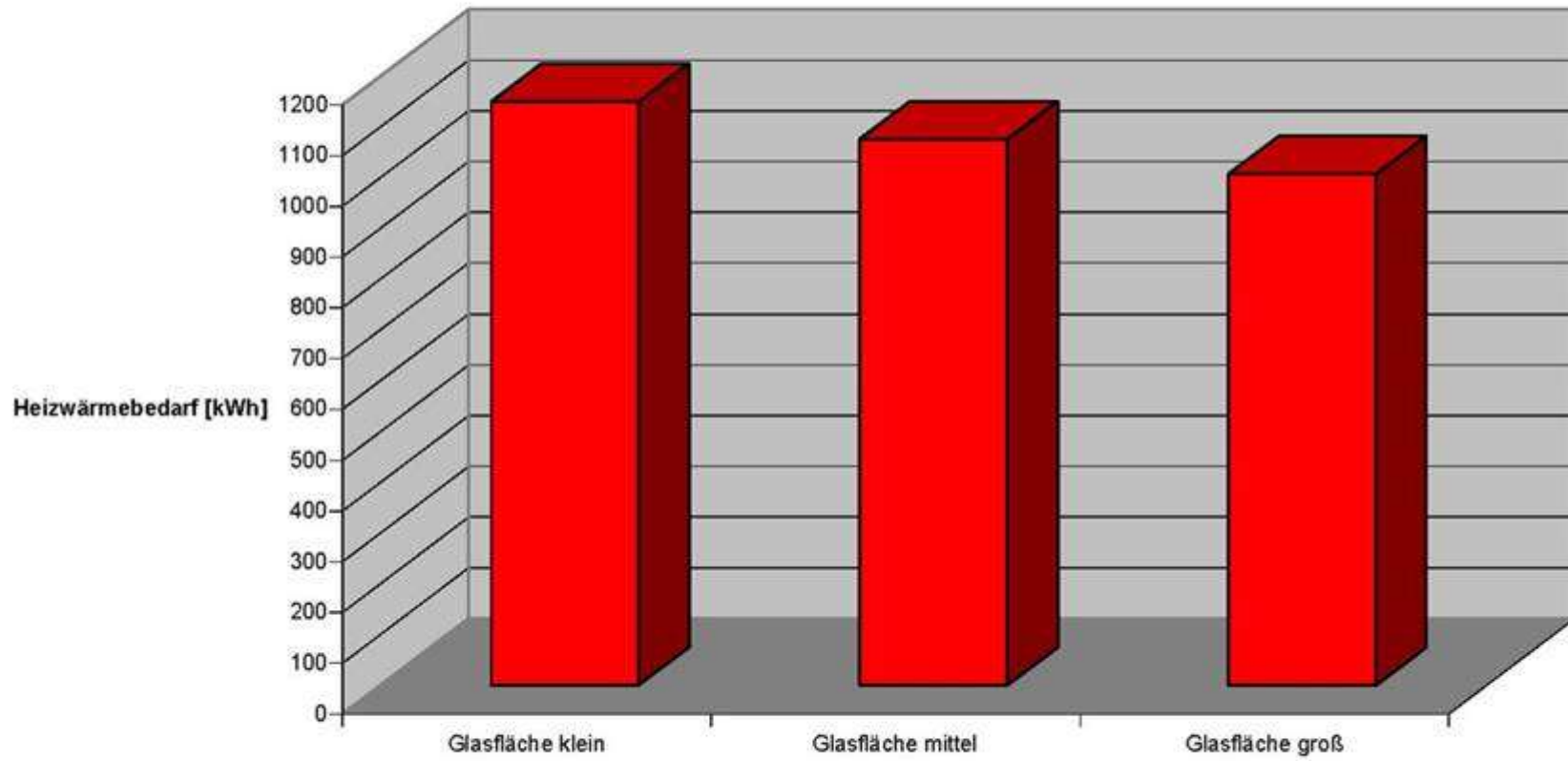
Glasfläche klein

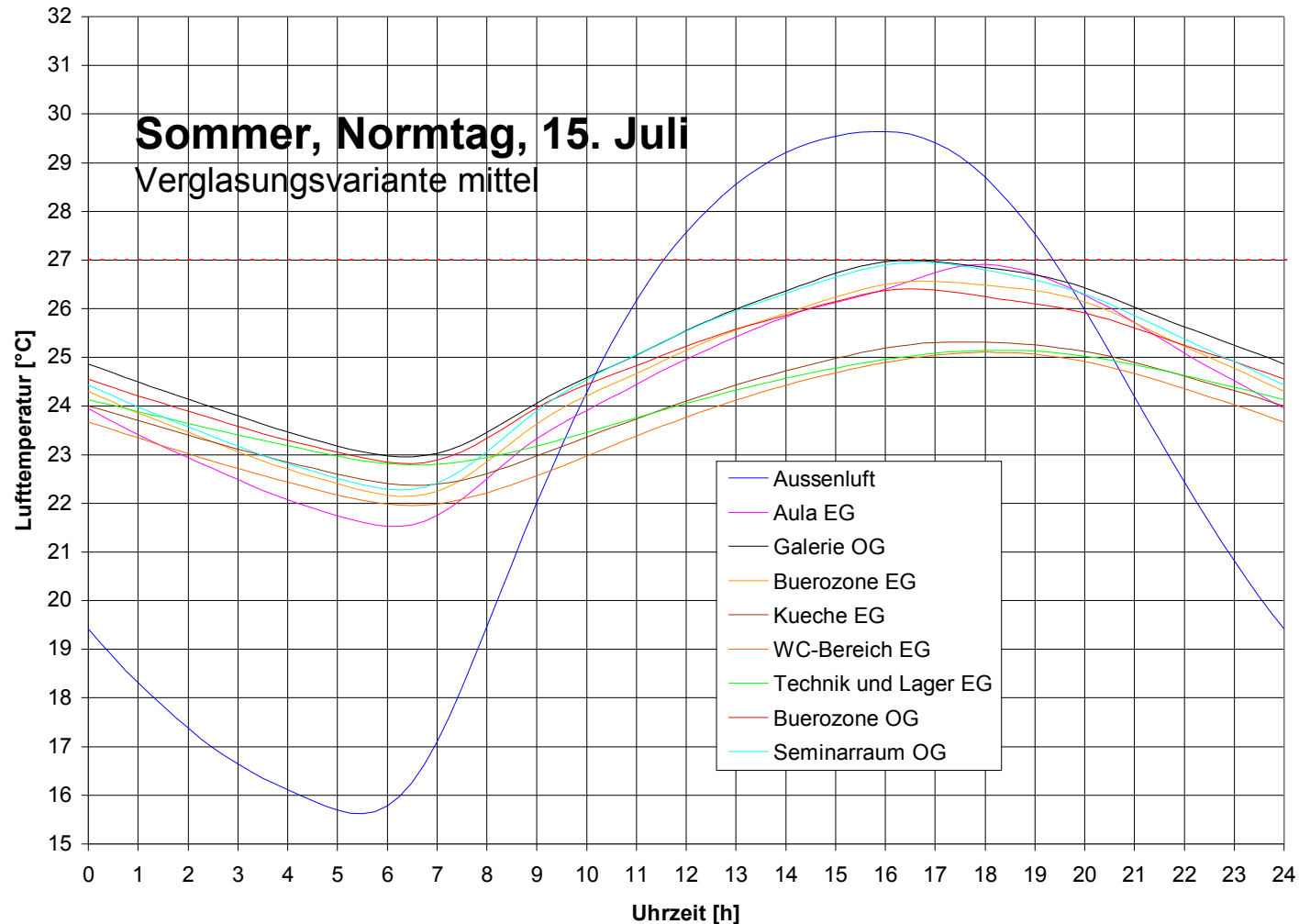
Studie Verglasungsanteil Südfassade

Südfassade / Optimierung des Glasflächenanteils

- **Gebäudesimulationsberechnung:**
- Zum Einsatz kam hierzu das Gebäudesimulationsprogramm GEBA V3.0 von Prof. Krec für drei Verglasungsgrößen -Varianten
- Die Frage des Fensteranteils in der Südfassade entfachte eine intensive Diskussion im Planungsteam. Die Entscheidung wurde aufgrund der Berechnung von Krec mit WAEBED zwischen drei Varianten des Verglasungsflächenanteils in der Südfassade getroffen.
- **Ergebnis:**
- Als Optimum erwies sich die von Arch. Reinberg favorisierte Variante mit raumhohen Fenstern mit maximalem Verglasungsanteil in der Südfassade. Ein Teil der Fassade wird aber vom Fassadenkollektor vor dem Lagerraum und dem Seminarraum eingenommen, so dass das Verhältnis von 40% Verglasungsanteil in der Fassade entsprechend zu relativieren ist.
- Das begleitende Langzeit – Messprogramm der AEE (ebenfalls ein „Haus der Zukunft -Projekt) mit den im ganzen Haus installierten Temperatur- und Feuchtemesspunkten wird in der Praxis zeigen, ob es einzelne kritische Tage gibt, an denen der hohe Verglasungsanteil auch relevante negative Folgen haben könnte
- (siehe Säulendiagramm Folie 65 und Tagesgang d. Temperatur; Folie 66).
- **Günstiger Einfluss der Lehmbauweise:**
- Mit der großflächigen Verwendung dünner, schwerer Lehmbaustoffschichten als schnell reagierende Speichermassen sollten unkomfortable Temperaturspitzen erwartungsgemäß deutlich wirksamer als bei Verwendung der üblichen Wandbekleidungsmaterialien von Passivhausbauten verhindert werden können.

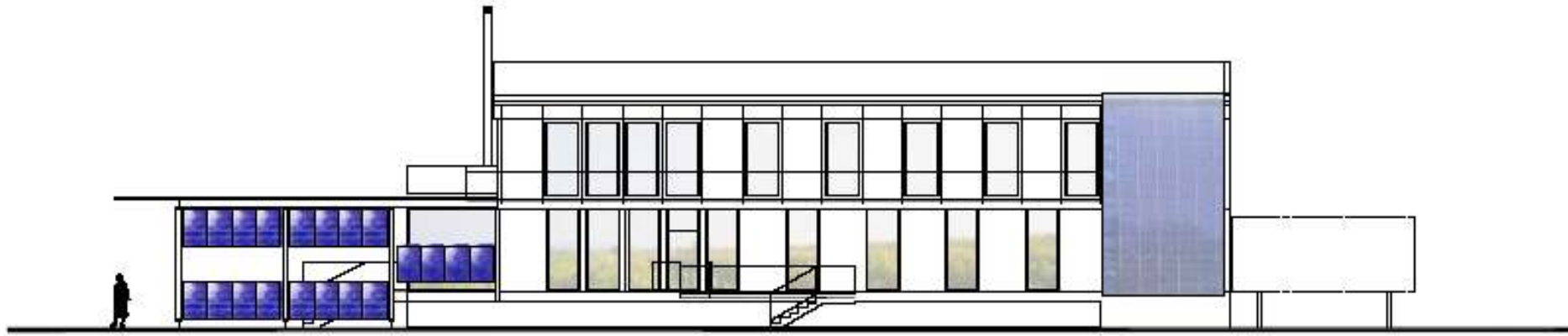
Heizwärmebedarf für Januar



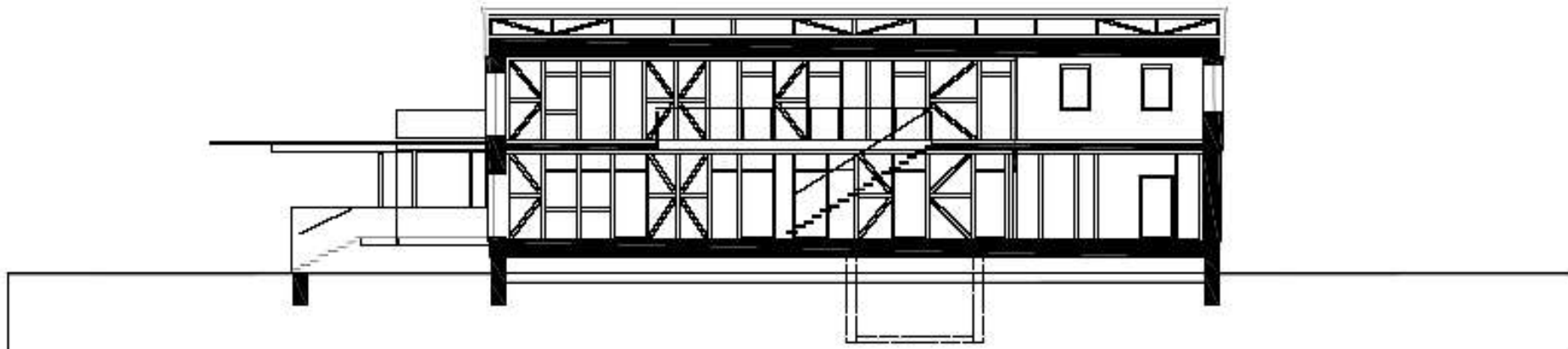


Errechnete Tagesverläufe der Raumlufttemperaturen während einer hochsommerlichen Hitzeperiode für die 8 Temperaturzonen des Gebäudes

Eine Analyse dieses – vorerst überraschenden – Ergebnisses zeigt den positiven Einfluss sowohl der Gestaltung der Südfassade, die gantztägig für eine vollständige Abschattung der direkten Sonneneinstrahlung im Hochsommer sorgt, als auch der sehr gut Wärme speichernden Lehmwand zwischen den südgerichteten öffentlichen Bereichen und der nordorientierten Bürozone, auf das sommerliche Gebäudeverhalten deutlich auf.



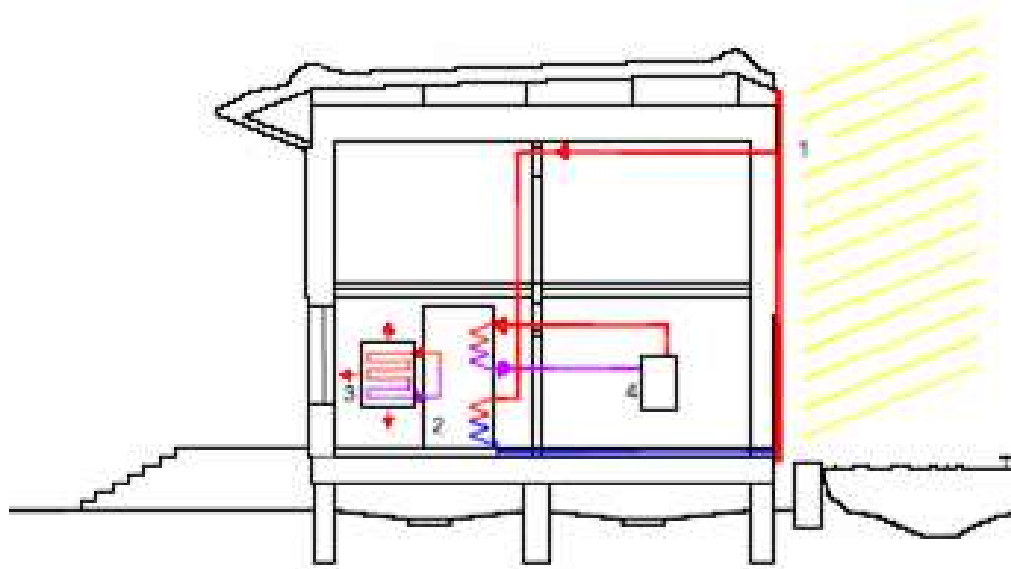
ansicht_süd



schnitt

Südfassade mit Kollektoren

- Folie 67: Das Bild zeigt oben die aufgrund der Variantenberechnung ausgeführte Variante der Verglasung und unten den Ost-West Schnitt in der Ebene der Mittelwand.
- Oben links: die Aufständerung für die später geplante PV-Anlage mit den Solarstrom-Kollektoren.
- Oben rechts: Der Fassadenkollektor der thermischen Solaranlage
- Unten links: Schnitt durch den Windfang außerhalb der Passivhaus-Hülle



Warmwasser und Nachheizung

- Folie 69:
- Oben: Schema der Restwärme-Versorgung als Schnitt durch die Kollektorebene;
- Unten links und rechts: der thermische Solarkollektor in der Fassade



Links: Der zentrale 1500 Liter Solarspeicher vor dem Einbau; Rechts: Der fertig eingebaute, mit Flachs gedämmte und mit n&l Biofaser-Lehmverbundplatten verkleidete Speicher (mit noch unisolierten Leitungen)



Luftdichtheit aller Durchdringungen der Außenhülle

- Folie 72:
- Der Vor- und Rücklauf des Fassadenkollektors wird innen beim Durchtritt durch die Gebäudehülle sorgfältig in Lehm-Vliestechnik luftdicht abgeschlossen und die Dichtfläche anschließend mit n&l BFN 02 Lehmfeinputz überzogen.
- Nach dem Trocknen aller Biofaser - Lehmputzflächen wird die gesamte Oberfläche angefeuchtet und in der gewünschten Struktur zugerieben.



G-953

Wandkühlung

- Folie 74:
- Rechts: Die BF-Lehm-Edelputzoberfläche wird vom Lehmverputz-Fachmann fertig zugerieben.
- Links anschließend ist die Lehm-Unterputzebene mit einem Wandkühlungsregister, ohne Jutegewebearmierung und ohne Endbeschichtung sichtbar (Deshalb zeichnet sich das Register noch im Unterputz ab!).
- Die Wandkühlungsregister in der Mittelwand sind kein Teil der Passivhaus-Technik, sondern der Einbau in das Gebäude soll hier unabhängig nur für den Testbetrieb für den Einsatz von n&l Lehmputzen im Kühlbetrieb verwendet werden. Dabei soll das Verhalten dieser sehr gut sorptionsfähigen Verputze im Kondensationstemperaturbereich ermittelt werden um gesicherte Daten für den Einsatz von n&l Lehmputzen auch für sommerliche Kühlzwecke zu sammeln.



Links: Im Erdgeschoß ein Fassadenfeld mit semitransparenter Schilf-Lehm Wärmedämmung
Rechts: Der thermische Solarkollektor



Ganz links: Im Werk vorgefertigte Ausfachung zweier Mittelwand-Felder mit Stampflehm
Im Vordergrund: Biofaser-Lehm-Fertigplatten zur rationellen Montage in den ausgekreuzten Gefachen



Ausfachungen

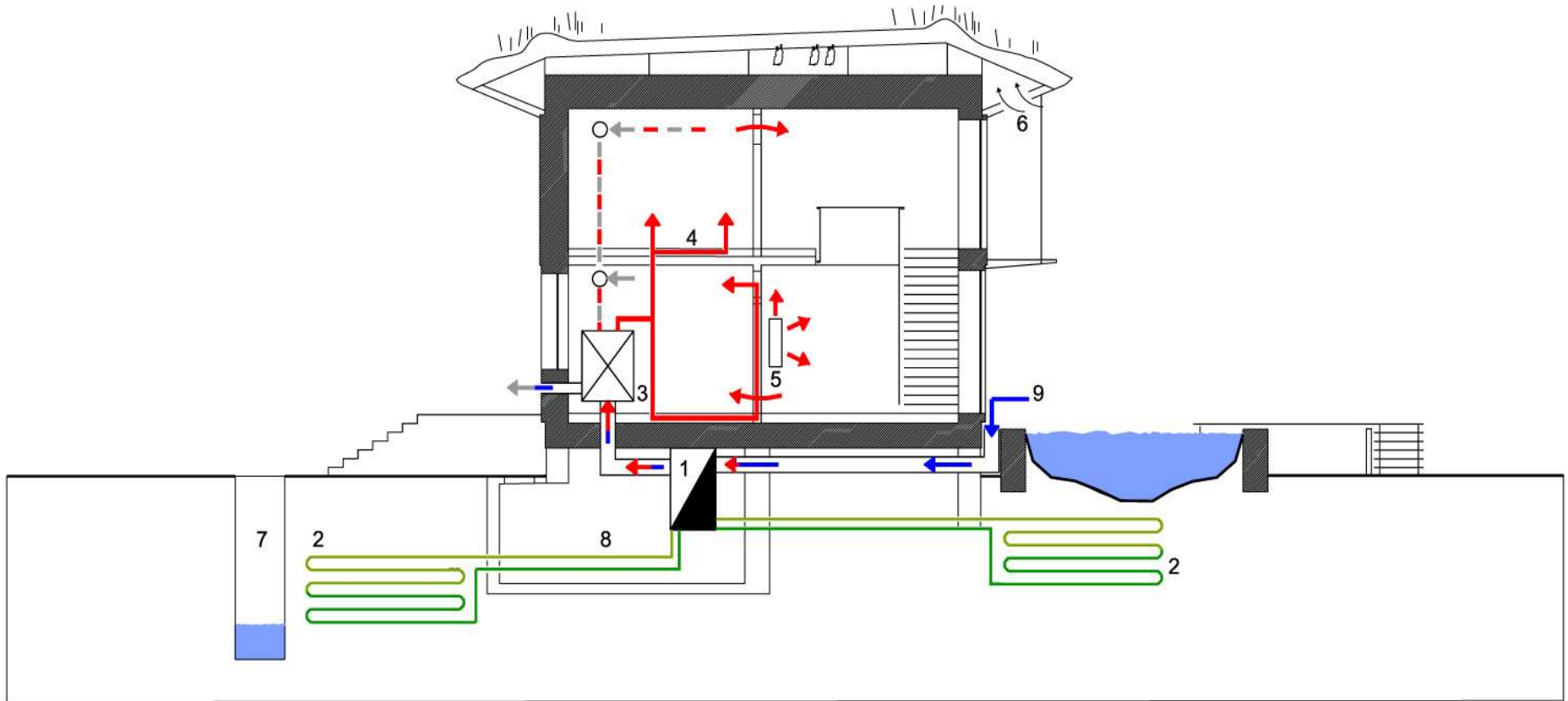
- Im PH Tattendorf wurden dazu verwendet:
- Im Bereich der Mittelwand verschiedene moderne und historische Lehmbautechniken um einige Anwendungsmöglichkeiten zeigen zu können:
 - n&l Biofaser-Lehm – Fertigplatten (s. Folie 78: Zuschneiden von n&l Biofaserlehm – Fertigplatten)
 - n&l Lehmziegel, gerundet als Sichtmauerwerk
 - n&l Lehmziegel Normalformat NF, verputzt, mit und ohne Wand(kühl)register
 - n&l Strohlehm SL 1400 auf Flechtwerk in historischer Technik („Riadlwand“)
 - BF- Stampflehm als vorgefertigte Ausfachung



Quaderstock-Lehmziegelwand

- Die Quaderstock-Lehmziegelwand aus typischen, 250 Jahre alten, Weinviertler luftgetrockneten Lehmziegel wurde als Zitat einer weitverbreiteten historischen Lehmbauweise in Form einer nicht lasttragenden Zwischenwand auf einer Holzschwelle eingebaut.
- Diese Abschlusswand der großen Aula im Erdgeschoß wurde rückseitig mit G03 – Unterputz und F02 Feinputz, der Kontur folgend verputzt und trägt auf der Rückseite ein 1:1 Modell für fachgerechte Sanierung mit nachträglicher Wärmedämmung von historischer Lehmmauern.
- Die gezeigte Sichtseite wurde fachgerecht mit Lehmfeinputz F02 vermauert und mit demselben Material verfugt.

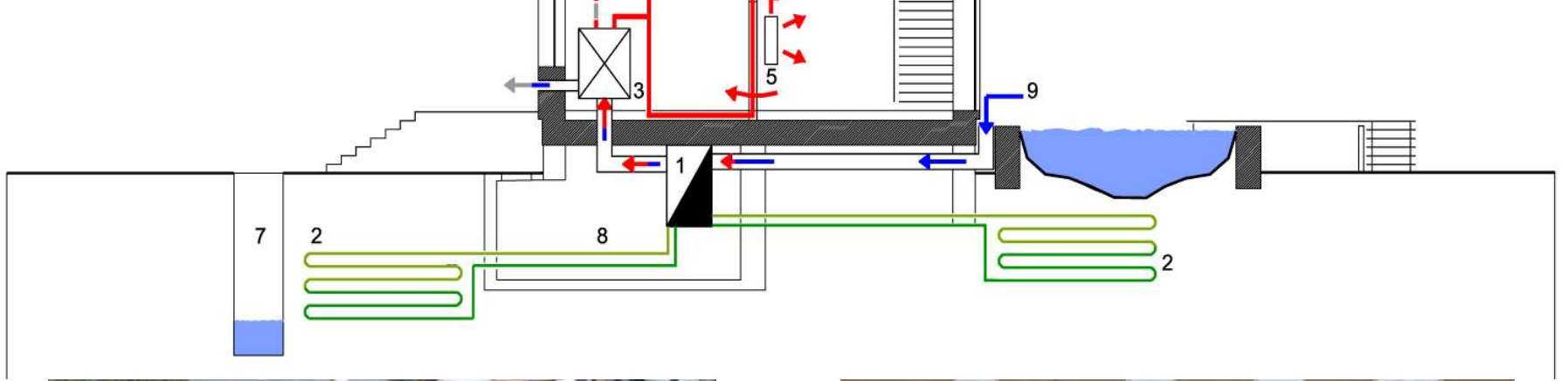




- | | | | |
|---|---|---|----------------------|
| 1 | wasser-luft-wärmetauscher | 7 | nutzwasserbrunnen |
| 2 | erde-wasser-wärmetauscher
als rohrregister | 8 | installationsschacht |
| 3 | wärme-und feuchterückgewinnung
(2 geräte) | 9 | aussenluftansaugung |
| 4 | zuluft über lehmrohrenziegelkanäle
und durch zwischenwände | | |
| 5 | bio-äthanol-brenner
(luft-nachheizung und befeuchtung) | → | verbrauchte luft |
| 6 | einflugöffnung fledermäuse | → | warm luft |
| | | → | frisch luft / kalt |
| | | → | kälte - vorlauf |
| | | → | kälte - rücklauf |

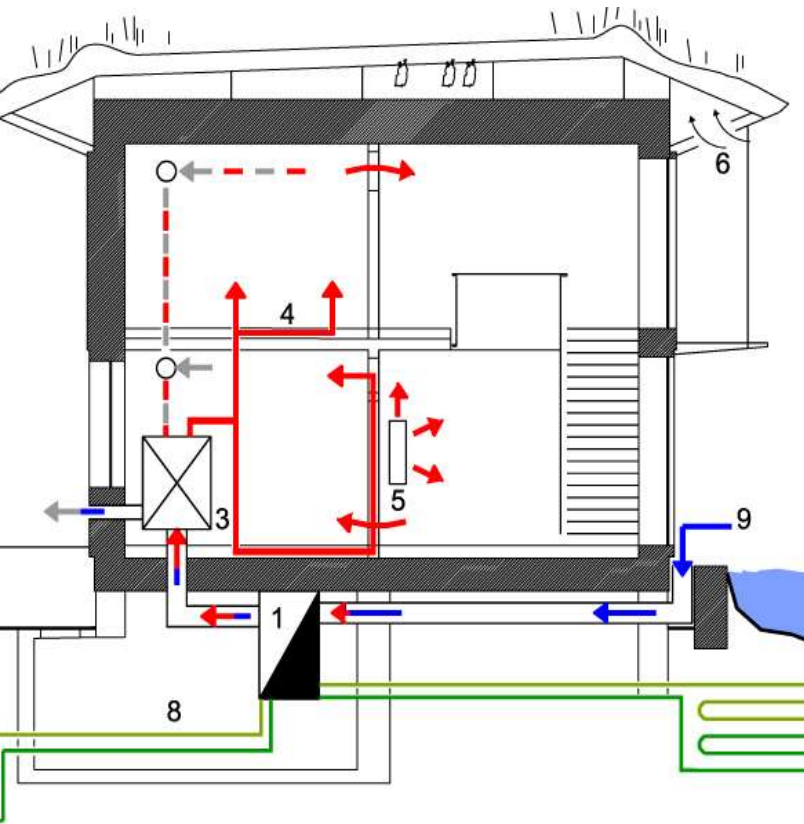
Luft-und Energieversorgung

- Die Außenluft wird an der von der Straße abgewandten Seite des Gebäudes nach Fertigstellung des Feuchtbiotops über der Wasseroberfläche angesaugt (9). Das Ziel ist die Ansaugung in dem Bereich, der die geringstmögliche Staubbelastung und die maximale Konzentration negativer Kleinionen in der angesaugten Luft erwarten lässt.
- **Passive Erwärmung/Kühlung der Frischluft:**
- Die angesaugte Außenluft wird in einem Wasser/Luft Wärmetauscher (1) vorgewärmt bzw. abgekühlt, der von Wasser aus zwei Erdreich-Rohrregistern (2) durchströmt wird. Die so temperierte Außenluft wird im Technikraum des Erdgeschosses in zwei Lüftungsgeräten über Wärmetauscher in der Heizperiode vorgewärmt indem der ausströmenden Abluft des Hauses Wärme entzogen wird. Die Zuluft wird im Lehm-PH Konzept aus Komfortgründen nicht über Register nacherwärmt.
- **Die Nacherwärmung** erfolgt als Einzelraumtemperaturanhebung über regelbare flexible Lehm – Paneele mit Warmwasser aus dem Solarspeicher (nicht dargestellt) direkt am Arbeitsplatz oder über eine Bioethanol-Nachheizung (5).
- **Abluftführung:**
- Die Abluft wird aus den Überdruck-Räumen in die zweigeschossige Aula verdrängt.
- Von dort und aus den Unterdruck-Räumen wird Luft abgesaugt. Alle Klomuscheln im Haus sind mit direktem Anschluss an das Abluftsystem über die Spülkästen ausgestattet.
- **Warmwasser und Nachheizung:**
- Für die Warmwasser- und Wärmeversorgung dient vorrangig ein 24 m² thermischer Fassadenkollektor, der einen 1500 Liter Solarspeicher lädt.
- **Stromversorgung:**
- Die Stromversorgung erfolgt durch Vertrag mit einem Ökostromlieferanten mit „Ökostrom“ aus erneuerbarer Energie aus dem Netz.



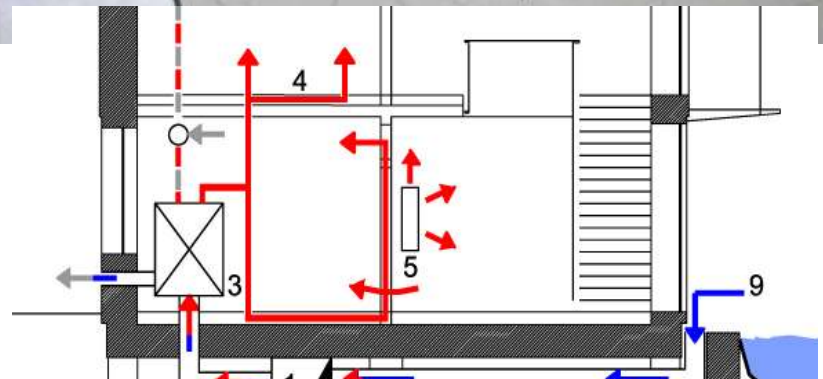
Verlegung der Erdreichregister

- Folie 85:
- Das nordseitige Register wurde in der Kanal - Künette rund um das Abwasserrohr verlegt. Damit wurden Erdarbeiten gespart und zugleich sollte eine bescheidene kostenlose Abwärmerückgewinnung aus dem Abwasser möglich sein. Das zweite Rohrregister wird auf der Südseite unter dem neu angelegten Feuchtbiotop verlegt.
- **Erwartete Vorteile des gewählten Systems gegenüber den bisher üblichen Erdreich/Luftwärmetauschern:**
- Es wird erwartet, dass solche Erdreich/Wasser/Luft Wärmetauschprozesse energieeffizienter sind als die derzeitige Praxis, verlängerte Ansaugrohrleitungen für Außenluft im Erdreich um das Haus zu verlegen. Als einen weiteren und wesentlichen Vorteil erwarten wir Kosteneinsparung in der Serienanwendung und ein geringeres Restrisiko im Bereich Luft-Hygiene infolge von Kondensatausfall im Sommer oder bei mangelhafter Wartung.



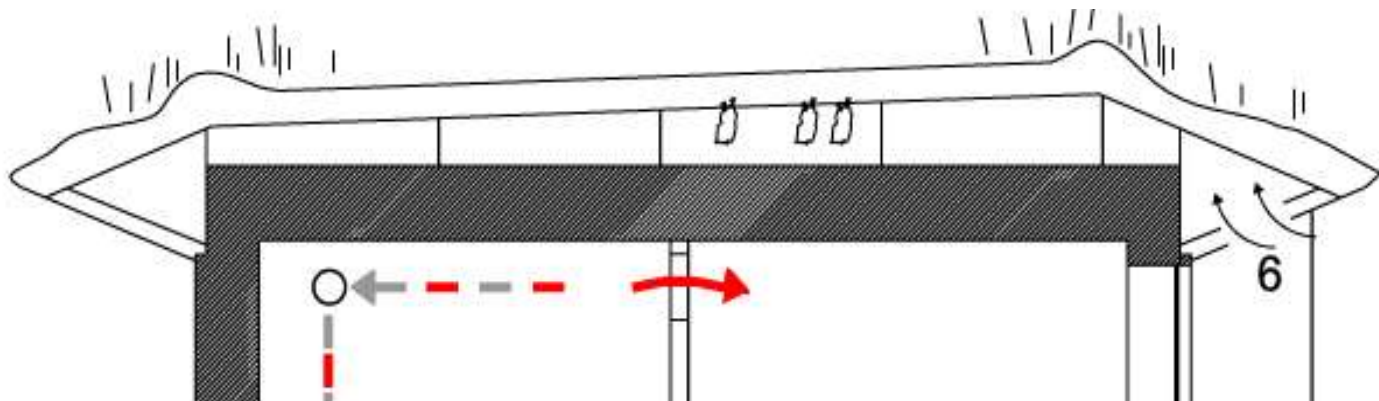
Lüftung mit Wärme- und Feuchterückgewinnung

- Folie 87:
- Für die Lüftungs-Grundlast der Büros kommt ein Gerät (3) zum Einsatz, das neben der Abwärme auch die Feuchte aus der Abluft (wegen des Kondensationseffekts mit über 100% Gesamtwirkungsgrad) rückgewinnt und an die Zuluft abgibt.
- Für den zeitweiligen Spitzenlastbetrieb (z.B. Seminar) wird ein zweites Gerät (3) mit geringerer Wärmerückgewinnungsrate eingesetzt.



Luftverteilung und -absaugung

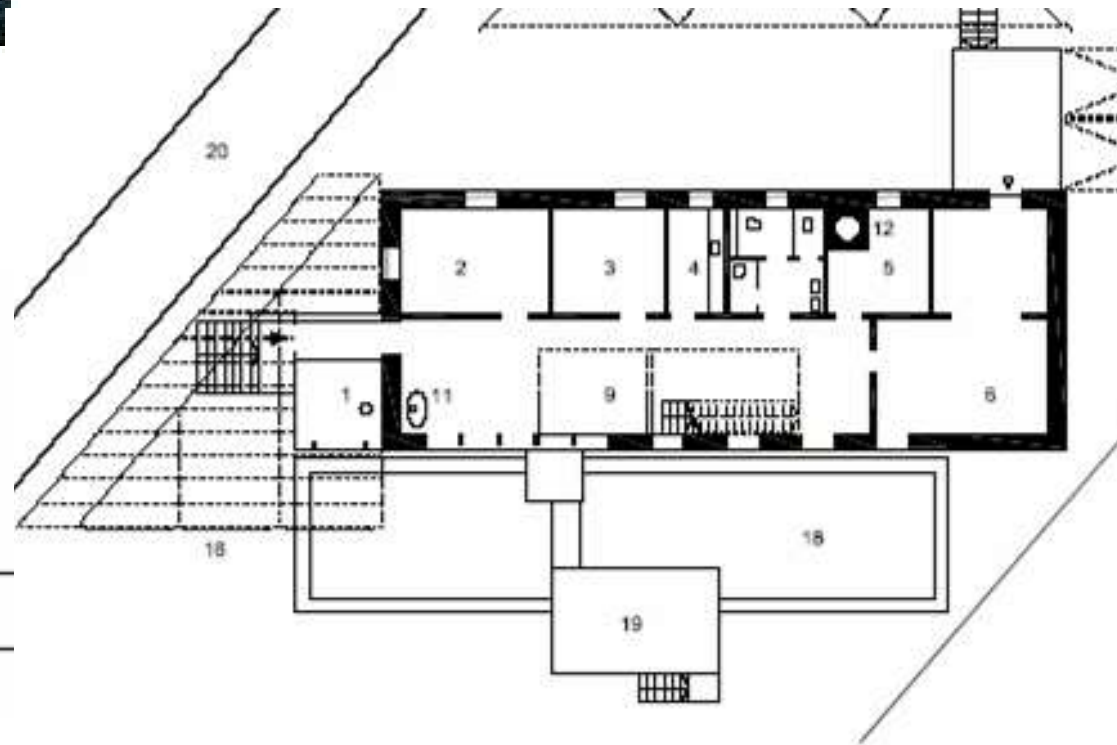
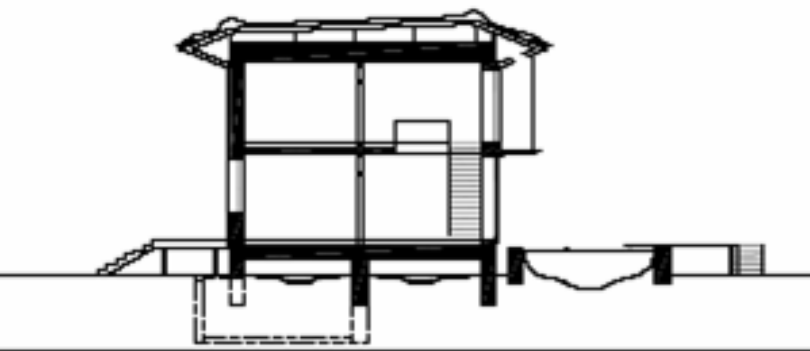
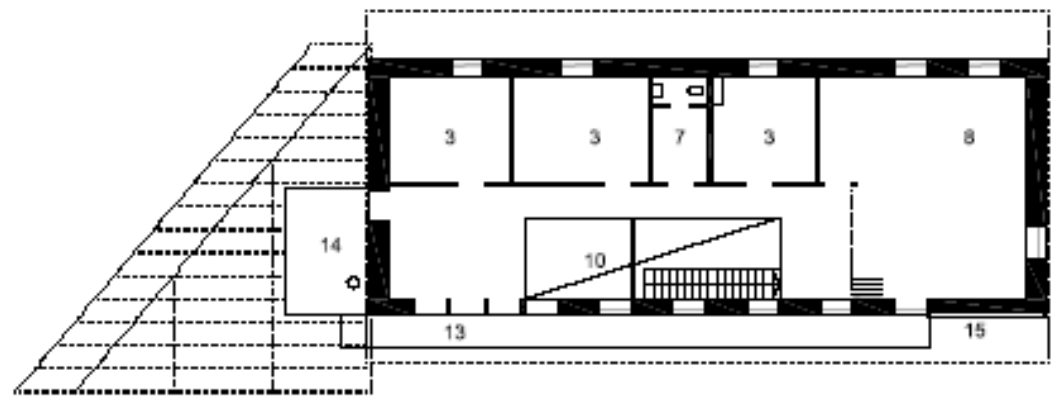
- Das Grundlastgerät im Technikraum transportiert die Zuluft über einen kurzes flexibles Steigrohr in den darüber liegenden Bereich der luftdurchströmten Decke zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss (EG/OG).
- Die Zuluft durchströmt ab dort flächig eine waagrechte, versetzt verlegte Lehmrohrenziegel – Lage (Folie 89, Bild links oben, bzw. Schema „4“)
- Diese Überdruckzone wird mit n&l Lehm-Vliestechnik luftdicht gehalten (Folie 89, Bild links unten).
- Darüber wird hier einigen Räumen im ersten Stock ein Biofaser-Lehm-Estrich angelegt (Folie 89: Das Bild rechts zeigt nur die Grundsicht mit Soll-Schwindfugen, die glatte Deckschicht ist hier noch nicht ausgeführt!).
- Aus der Lehm-Röhrenziegellage auf der EG/OG Decke strömt frische Zuluft durch Hohlräumen der Zwischenwände aus Lehmziegeln oder Lehmplatten zu den Ausströmöffnungen.
- Das Zuluftsystem wird raumweise mit Schiebern einreguliert. Die Zuluft strömt im Bodenbereich der Aufenthaltsräume als Quelllüftung aus.
- Anmerkung: n&l Lehm-Röhrenziegel können mit Hilfe der Lehm-Vliestechnik z.B. im Bodenaufbau statt üblicher Metall- oder Kunststoffrohre auch als Luftleitungen eingesetzt werden.



Fledermäuse...

- Folie 91 (s. Bild und Skizze unten):
- Unter dem südseitigen Dachvorsprung wurden nach Beratung durch den WWF – Experten A. Vorauer Einflugmöglichkeiten für Fledermäuse in der Lehmplatten-Verkleidung freigelassen.
- Der Hohlraum im Dachvorsprung und im flachen Pfettendachstuhl oberhalb der Dachmodule würde sich wegen des, die Temperaturextreme ausgleichenden Grasdachs gut als Sommerquartier für Fledermäuse eignen. Diese Tierart findet durch die modernen Bauweisen immer weniger geeignete Dachböden und ist daher existenziell bedroht.
- Beim Lehm-PH Bausystem läßt sich die ohnehin erforderliche Hinterlüftungsebene unterm Dach problemlos und praktisch ohne Zusatzkosten „fledermausfreundlich“ gestalten.
- .





itt

Innenausbau:

- Alle Ver- und Entsorgungsanschlüsse gehen gebündelt von einem Installationsschacht im Fundamentbereich durch die vorgefertigten Durchführungen in der Plattform in den zentralen Technikraum im EG.
- Die Elektro-, Wasser- Telefon und EDV- Installationen werden in Bodenkanälen geführt. Die Rohre der Zentralstaubsauganlage verlaufen im Bodenaufbau.
Alle Wände sind mit Lehm in verschiedenen Techniken verputzt oder fertig beschichtet und zwar meist im milchkaffearbenen Naturfarbton der n&l Lehmputze, in farbigen Lehmfeinputzen oder, wie die Decke im Obergeschoß und einige Innenwände in weißem Lehm-Edelputz. Nur einzelne Wände wurden mit Marmormehl-Kaseinfarbe gestrichen. Als Besonderheit und Kontrast kommt im Sanitärbereich Tadelakt, eine nordafrikanische Kalk-Glanzputztechnik statt Fliesen zum Einsatz.
Im Galeriebereich des OG gestaltete die Künstlerin Irena Racek 4 Lehm-Reliefs.
- Die Fußböden im Erdgeschoß und im Obergeschoß wurden als Lärchenholz – Schiffböden ausgeführt, ebenso die geradläufige Treppe ins OG. Die Geländer sind Holz-Glas Konstruktionen. Im Bürobereich werden Glastüren verwendet.
- In den Büros im OG wurden Biofaserlehm-Estriche ausgeführt.



Vorteile des Bausystems Lehm-Passivhaus Module

- Flexible Planung mit Rastersystem
- Passivhaus-Planung mit erprobten, passivhausgerechten Detaillösungen für alle Anforderungen, vom Kanal über Fensteranschluss bis zum Dach.
- Passivhaus rasch und rationell bauen mit großflächigen Modulen.
- Innenausbau im Winter? Ja, ohne Frostgefahr bei angenehmen Temperaturen möglich.
- Problemlose und dauerhafte Luftdichtheit der Gebäudehülle durch die neuartige n&l Lehm-Vliestechnik.
- Geschulte n&l Lehmbau-Partnerfirmen in ganz Mitteleuropa für den Lehm-Innenausbau auf der Baustelle.
- Höchster raumklimatischer Komfort im Winter und Sommer
- Geringste Betriebskosten
- Höchstmögliche Schadstofffreiheit durch reine, chemiefreie Naturbaustoffe in Verbindung mit modernster Passivhaustechnik – gesundes Wohnen
- Ökobilanz? Idealnote 0 erreicht (Detail siehe Folie 99)



Umwelteffekt:

Ökobilanz, CO2 Bilanz, Nachhaltigkeit:

- **Ergebnis der quantitativen ökologischen Bewertung der Herstellung des Lehm-Passivhauses Tattendorf:**
- **Bestnote:** Die quantitative ökologische Bewertung des Gebäudes erfolgte mit der Software EcoSoft durch das Institut für Baubiologie und Ökologie Wien (IBO).
- Der Wertbereich des OI3 - Indikators für Gebäude umfasst 100 Punkte. Je höher die Punktezahl desto schlechter ist die ökologische Qualität eines Gebäudes. Das Referenz-Gebäude in Tattendorf erhielt als einziges aller untersuchten Gebäude die bestmögliche Bewertung mit **null OI3 Punkten!**
- **CO2 Bilanz: positiv!**
- Z.B. zeigt der Bau des Hauses eine positive CO2 Bilanz, denn durch den Bau eines Lehm-PH wird mehr CO2 gebunden als bei der Herstellung frei wird.
- **„Starke Nachhaltigkeit“:**
- Durch den Bau wird die Artenvielfalt am Standort erhöht und stabilisiert
- (Grasdach als Trockenbiotop; Feuchtbiotop; keine Flächenversiegelung).

- **Lehm – Passiv Bürohaus Tattendorf** der Fa. natur & lehm Lehmbaumstoffe GmbH:
- Planung: Arch. Prof. Dipl.Ing.Wolfgang Reinberg, und Marta Reinberg, Wien
- Bauphysik/Simulation: Prof. Dipl.Ing. Dr. Klaus Krec, Büro f. Bauphysik
- Statik: Dr. Karlheinz Hollinsky, Hollinsky & Partner Ziviltechnikerges.m.b.H.
- Lüftungsplanung: Dr. Rudolf Kunesch, TZ Salzkammergut
- Haustechnik: Ing. Franz Waxmann, Holz & Solar
- Tageslichtsimulation; Quantitative ökologische Gebäudebewertung; baubiologische Beratung: Mag. Hildegund Mötzl, Dipl.Ing. Thomas Zelger, IBO Wien
- Langzeit – Messprogramm Raumklima: Ing. Wagner, AEE, Gleisdorf
- Feuchtemessung in Bauteilen: Arch. Bernhard Oberrauch, Meran
- Bioethanol-Brenner Design u. Technik: Mag. Michael Ölinger
- Lehm-Reliefs: Akad. Malerin Irena Racek
- Fledermausansiedlung: Mag. Anton Vorauer, WWF
- Termitensichere Fundamentausführung: Ing. Gerald Wittmann, AUS
- Lehmbau: natur & lehm GmbH und natur & lehm Fachverarbeitungs-Partnerfirmen Franz u. Andreas Zöchbauer, Fa. natur & lehm Zöchbauer
- Holzbau: Ing. Erich Longin, Holzbau Longin GmbH, Dobersberg
- Planung: 2002 – 2004
- Ausführung: Oktober 2004 – Juni 2005
- Projektleitung u. Koordination: Roland Meisinger, natur & lehm, natur@lehm.at

www.reinberg.net

www.lehm.at

Treppe in der Aula (Eingangshalle)







Bioethanol-Nachheizung



Hist. Quaderstock-Lehmziegelwand als Sichtmauerwerk





Ausfachung mit historischer Strohlehm –
Flechtwerkstechnik („Riadlwand“)



Mittelwand mit Biofaserlehm-Platten und Lehm-Reliefs



Südfassade mit Kollektor

