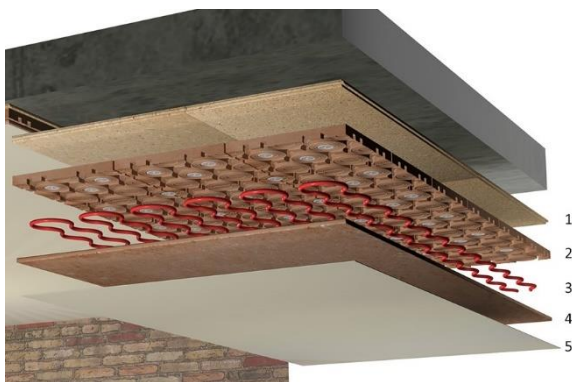


Lehmklima - Trockenbausystem

Das **elektrische System** von ArgillaTherm verbindet die Vorteile innovativer Direktheiz-Technik mit den positiven Eigenschaften des Baustoffs Lehm und setzt dabei auf ein neu entwickeltes, weltweit einzigartiges und patentiertes Plattensystem für eine besonders einfache und günstige Montage.

Produktherstellung nahezu CO² neutral. 100%ige Rückführung in die Natur möglich, Cradle to Cradle.

Sandwichaufbau



Komponenten

- 1 OSB 3 / ESB-Plus P5 Platten oder in Gebäuden mit erhöhten Brandschutzanforderungen zementgebundene Spanplatten mit Nut/Feder als Unterkonstruktion
- 2 HochLeistungsLehm-Module nach DIN 18948 und Lehm - Ausgleichsplatten nach DIN 18948
- 3 Elektrisches Widerstandskabel in Twin-Leitertechnik, VDE-geprüft in Anlehnung an DIN IEC 60800 (ed.3):2009-07, vorkonfektioniert in verschiedenen Längen und Leistungen
- 4 Lehmputz „Thermo“ nach DIN 18947 für Flächenheizungen und – Kühlungen mit eingearbeiteten Gittergewebe **oder** Naturkalk-Grundputz 66-20 für Flächenheizungen und Kühlungen mit eingearbeiteten Gittergewebe **1**
- 5 Lehmfarbe nach DVL TM 06 als spritz- und streichfähige Fertigmischung **oder** Mineralfarbe 689-20 als spritz- und streichfähige Fertigmischung

Herzstück des Systems



HochLeistungsLehm-Module

zur einfachen & kupplungsfreien Verlegung von Heizkabeln. Saugstark, Formstabil, Rissbildungsfrei, ohne Verwendung von Gittergeweben.

Feuchte-Absorption nach Norm = 107g/m² in 12 Stunden
Feuchte-Absorption nach 7 Tagen > 500g/m²
Geprüft und zertifiziert.

Zusammensetzung:

Tone (≥ 35%), Sande, Miscanthusfasern

1m² = 7,23 Stück HochLeistungsLehm-Module



Technische Daten der HochLeistungsLehm-Module

Maße	372 x 372 x 25 mm
Gewicht je Modul	5,74 kg
Gewicht je m² (7,23 Stück)	41,5 kg
max. Kabelaufnahme je m²	11,8 m
Baustoffklasse	A 1
Wärmeleitfähigkeit	Hoch (1,05 W/mK)
Feuchtigkeitsaufnahme und Abgabe in 12 Stunden	> 100 Gramm je m²

Systempartner

Um komplette Systeme am Markt anbieten zu können, wurden diverse Kooperationen mit marktführenden deutschen Herstellern vereinbart.

ArgillaTherm verwendet nur Systembestandteile, die aktuellen Normen unterliegen und entsprechend geprüft wurden.

Firma Gräfix	Kalkputze & Farben	Spezialanfertigung
Firma Claytec	Lehmputze & Farben	Spezialanfertigung
Firma Hemstedt	Heizkabel	Spezialanfertigung
Firma Eberle	Regeltechnik	Standardprodukte mit speziell hinterlegten Programmen
Firma Protektor	Deckenabhängung	Standardprodukte, Achsmasse laut Prüfstatik
Firma Spax	Befestigungen	Standardprodukte
Firma Liaver	Akustiksystem	Standardprodukte

2

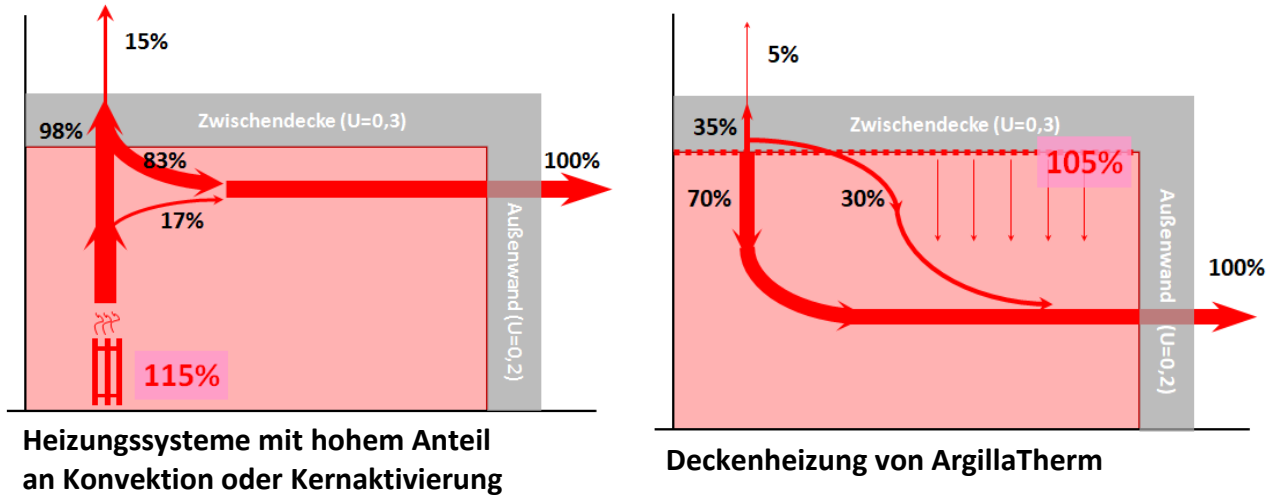
Durchgeführte Systemprüfungen

DIN EN 55014 DIN EN 61000 DIN EN 62233	Untersuchung nach elektromagnetischen Feldern (EMF) und dessen Verträglichkeit und Einstrahlung (EMC)	VDE Offenbach
DIN 4102	Prüfung zur Einteilung der Baustoffe nach ihrem Brandverhalten in Feuerwiderstandsklassen	MFPA Leipzig
DIN 18948	Anforderungen, Leistungsmerkmale und Prüfverfahren für im Werk hergestellte Lehmputzplatten	MFPA Weimar
DIN 18947	Anforderungen für Lehmputzmörtel zum Verputzen von Wänden und Decken	BAM Berlin



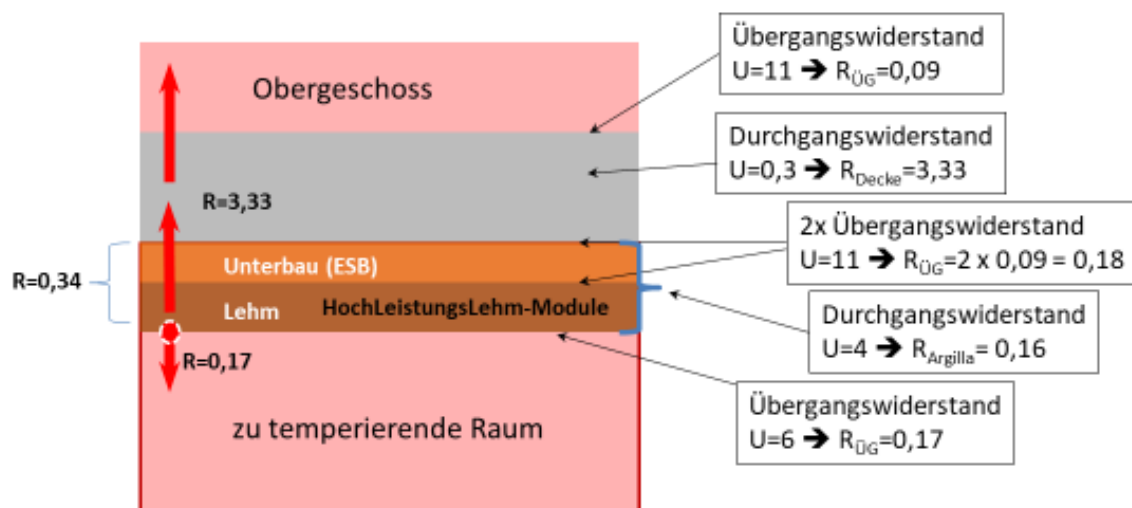
Sandwichaufbau

Gegenüberstellung; Heizsysteme mit hohem Konvektionsanteil / Deckenheizsysteme mit direktem Verbund zum Mauerwerk (i.d.R. Nasssysteme) im Vergleich zur Deckenheizung von ArgillaTherm



Die vagabundierende Wärme an einem typischen Wintertag lässt sich durch zwei Anteile beschreiben: 1) Den Teil, der in der Zwischendecke gespeichert wird und 2) den Teil, der in das Obergeschoss entweicht. Beide Anteile sind bei der Deckenheizung von ArgillaTherm auf Grund des Sandwichaufbaus deutlich geringer gegenüber Heizungen mit hohem Konvektionsanteil/ Kernaktivierung.

Details zu den Wärmewiderständen durch den **Sandwichaufbau** der ArgillaTherm Deckenheizung



Der Übergangswiderstand nach unten beträgt nur etwa die Hälfte des gesamten Widerstandes nach oben (Übergangs- und Durchgangswiderstände). Daher geht ca. 2/3 der Wärme direkt in den Raum und 1/3 in die Lehm-ArgillaTherm Systembauplatte. Von dort kommt ein Großteil dann wieder zurück, da der Widerstand in das darüberliegende Stockwerk deutlich größer ist als zurück in die Lehmplatte.



Heizen, automatische Feuchtigkeitsregulierung, permanente Raumlufreinigung sowie optional über Zusatzmodule eine angenehme Akustik mit nur einer Fläche.

Einsatzgebiete

Das Lehmklima eSystem ist bestens für den Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern mit einem Jahresenergiebedarf von max. 60 KWh/m² geeignet.

Sehr gute Bedingungen sind bei der Umrüstung von Nachtspeicherheizungen gegeben, da die bestehende Infrastruktur wie z.B. die elektrischen Leitungen zum Stromzählerkasten weiterhin genutzt werden können.

Reaktionszeit / thermische Trägheit

Die Ansprechzeit beträgt zirka 5 Minuten, die HochLeistungsLehm-Module samt Lehmputzüberdeckung sind nach zirka 60 Minuten komplett durchtemperiert. Bei einer Unterbrechung der Energiezufuhr hält das System auf Grund der enorm hohen Speicherkapazität der HochLeistungsLehm-Module die Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von der Umgebung für etwa 60 Minuten relativ konstant. Somit können kostengünstige Heizstromtarife für „fest installierte unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen“ genutzt werden (§ 14a der technischen Anschlussbedingungen (TAB) vom Netzbetreiber).

Deckenbelegung

Vollflächige Deckenbelegung (Variante I)

Die gesamte Deckenfläche wird je nach benötigter Heizleistung mit HochLeistungsLehm-Modulen und Lehm-Ausgleichsplatten belegt.

Deckensegel (Variante II)

Die Decke wird nur mit HochLeistungsLehm-Modulen belegt, die restliche Fläche bleibt frei. So entsteht eine erhabene Heizfläche (= Deckensegel). Die Deckenheizung wird zum Designelement.



Variante I (vollflächige Belegung)



Variante II (Deckensegel)



Varianten-Deckenheizung bei vollflächiger Belegung



Maximale Heizleistung



Geringere Heizleistung



Maximale Heizleistung mit Ringschall-Absorberplatten



Geringere Heizleistung mit Ringschall-Absorberplatten

Varianten-Deckenheizung bei teilflächiger Belegung



Deckensegel Innenliegend



Deckensegel außenliegend mit Ringschall-Absorberplatten

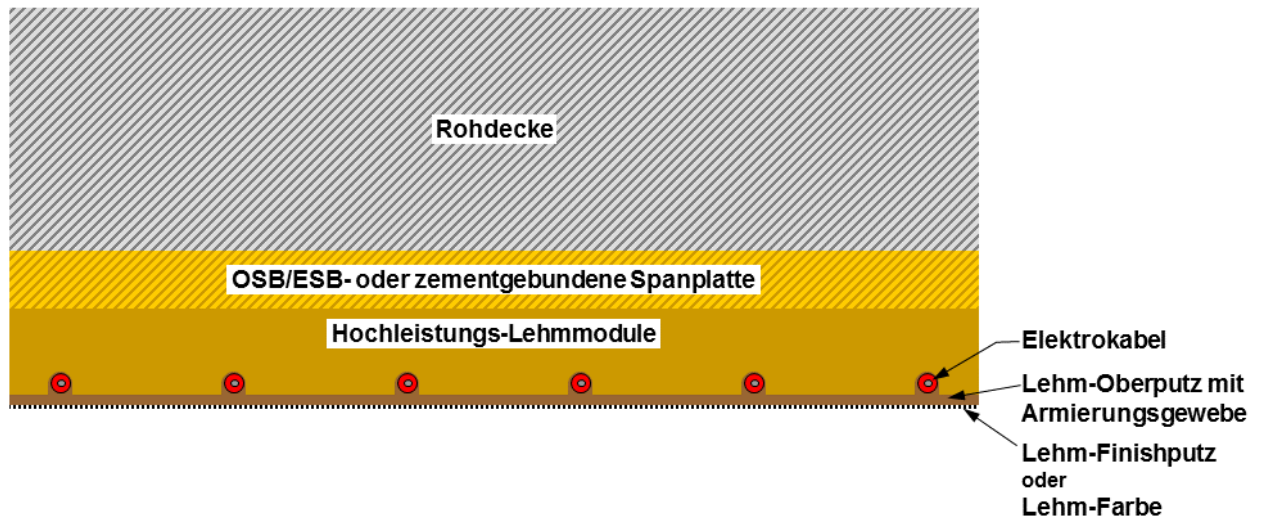


Deckensegel außenliegend



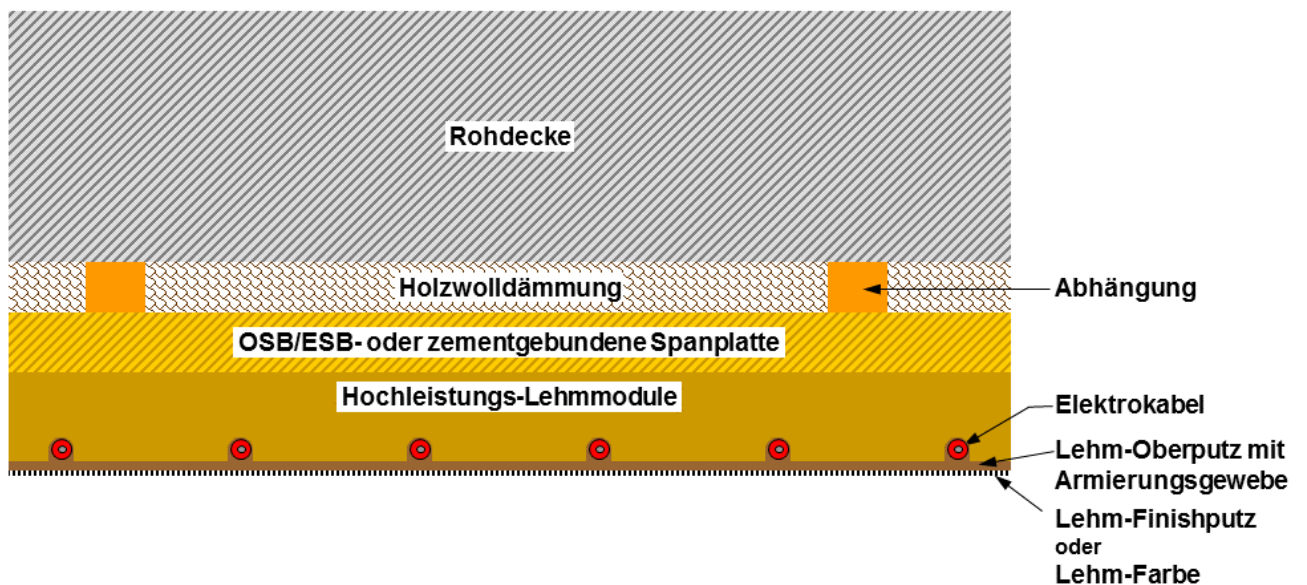
Befestigungsvarianten / Systemaufbau

Beispiel 1: direkte Befestigung mit OSB/ESB- oder zementgebundenen Spanplatten an der Decke / Aufbauhöhe 52mm



Die Oberflächenbeschichtung kann wie beschrieben mit Lehmputz und Lehmfarbe, sowie mit Kalkputz und Kalkfarbe erfolgen. Entscheidend ist die Durchlässigkeit des Deckmaterials, sodass die Sorptionsfähigkeit der HochLeistungsLehm-Module nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

Beispiel 2: Befestigung mit Unterbauschalung, Hohlraumisolierung und OSB/ESB- oder zementgebundenen Spanplatten / Aufbauhöhe 52mm zzgl. Abhängung

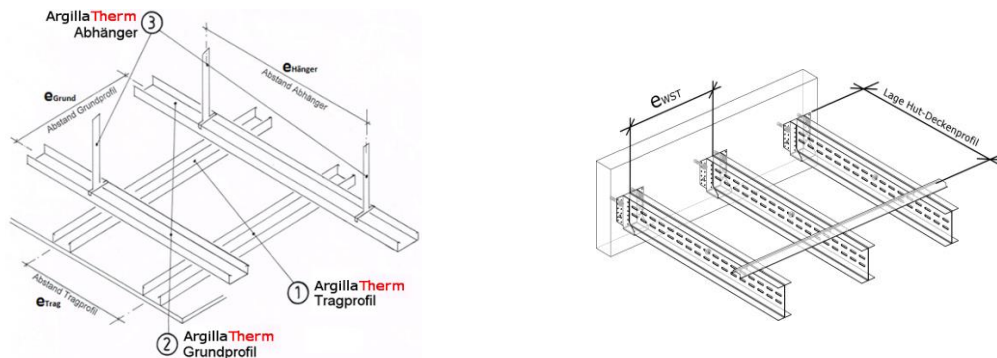


Die Oberflächenbeschichtung kann wie beschrieben mit Lehmputz und Lehmfarbe, sowie mit Kalkputz und Kalkfarbe erfolgen. Entscheidend ist die Durchlässigkeit des Deckmaterials, sodass die Sorptionsfähigkeit der HochLeistungsLehm-Module nicht wesentlich beeinträchtigt wird.



Beispiel 3: Statisch geprüfte Metall-Deckenabhängung in Leichtbauweise

- a) mit Nonius-Verbindern zur Deckenbefestigung
 - 75kg Traglast** (bei UK aus 22mm OSB/ESB-Platten)
 - Achsmaß CD-Grundprofil = 600mm
 - Achsmaß CD-Tragprofil = 600mm
 - Abstand Nonius-Anhänger = 600mm
 - 85kg Traglast** (bei UK aus 18mm CETRIS-Platten)
 - Achsmaß CD-Grundprofil = 550mm
 - Achsmaß CD-Tragprofil = 550mm
 - Abstand Nonius-Anhänger = 550mm
- b) freitragend mit Wandbefestigung zur deutlichen Reduzierung des Trittschalls



Technische Planung und Grundlagen

Bei der Planung und Auslegung der ArgillaTherm® Deckenheizung sind die entsprechenden Vorschriften und Normen zu berücksichtigen.

DIN EN 12831	Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
DIN IEC 60800	Anforderungen an elektrische Widerstandskabel
DIN EN 60730	Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte
DIN 18947	Anforderungen für Lehmputzmörtel zum Verputzen von Wänden und Decken
DIN 18948	Leistungsmerkmale und Prüfverfahren für im Werk hergestellte Lehmbauplatten
DVL TM 06	Technisches Merkblatt für Lehm-Dünnlagenbeschichtungen von Wänden & Decken

Die Arbeiten der im Bauprozess beteiligten Gewerke sind entsprechend zu koordinieren.

Planung: Energieberater/Architekt/Planer

Ausführende Gewerke: Elektriker/Trockenbauer/Baufirma



Elektrisches Widerstandskabel

Das in Anlehnung an DIN IEC 60800 (ed.3):2009-07, VDE-geprüfte Widerstandsheizkabel besteht aus einem roten Heizkabel (lieferbar in unterschiedlichen Längen und Leistungen) und einem 4m langen Anschlusskabel (Kaltleiter). Der nahtlose Übergang vom Anschluss- zum Heizkabel ist absolut wasserdicht und ideal für die Verlegung im eSYSTEM geeignet.

Das Heizkabel besteht aus einem massiven Heizleiter mit Isolierhülle, einem massiven Rückleiter aus Kupfer mit Isolierhülle und einem massiven FI-Schutzleiter aus Kupfer. Ein Aluminiummantel mit Außenisolierung bildet den Abschluss des Heizkabels.



Bild vom nahtlosen Übergang; Anschluss- zum Heizkabel

Hinweis: Laut europäischer Ökodesign- Richtlinie sind Thermostate zu verwenden, die den Anforderungen der LOT 20 entsprechen.

Lieferprogramm 12W/m Heizkabel

Heizleistung in W	Länge Heizleiter in m*	Artikelnummer
150	12,07	EHK001207
450	35,97	EHK003597
750	59,87	EHK005987
1500	119,37	EHK011937
2250	179,37	EHK017937

alle Kabel sind mit einem 4 m langen Anschlusskabel vorkonfektioniert (nahtloser Übergang)

Maximale Belegung je m² HochLeistungsLehm-Modul: 11,8 m \triangleq zirka 140 Watt/m² Heizleistung ohne Oberflächen-Temperaturbegrenzung.

Lieferprogramm 5,8W/m Heizkabel

Heizleistung in W	Länge Heizleiter in m*	Artikelnummer
70	12,07	EHK101207
210	35,97	EHK103597
350	59,87	EHK105987
490	83,87	EHK108387
700	119,37	EHK111937

alle Kabel sind mit einem 4 m langen Anschlusskabel vorkonfektioniert (nahtloser Übergang)

Maximale Belegung je m² HochLeistungsLehm-Modul: 11,8 m \triangleq zirka 70 Watt/m² Heizleistung ohne Oberflächen-Temperaturbegrenzung.

Kein Elektromog! Auf Grund des Heizkabelaufbaus, der angewendeten Twin-Leiter-Technik und der Kabeleinbettung im Lehm ist das Heizsystem völlig frei von jeglicher Art elektromagnetischer Strahlung. Dies wurde beim VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut in Offenbach untersucht und im Prüfbericht entsprechend bestätigt.

Auslegung Deckenheizung

Die mittlere Oberflächentemperatur für Deckensysteme mit einer Höhe von bis zu 3 Meter sollte laut Normenvorgabe 32°C nicht überschreiten.

Bei Deckenhöhen über 3 Meter kann die mittlere Oberflächentemperatur höher liegen und sollte entsprechend nach DIN EN ISO 7730 angepasst werden.

Niedrigere Heizleistungen werden entweder durch Verringerung der Oberflächentemperaturen oder durch Verringerung des Flächenanteils an HochLeistungsLehm-Modulen bei gleichbleibenden Oberflächentemperaturen dargestellt. Die Restflächen bleiben frei oder werden mit Lehm-Ausgleichsplatten belegt.

Decke Temperatur in °C	Raum Temperatur in °C	Heizleistung Watt/m ²
40,0	20	120
37,5	20	105
35,0	20	90
32,5	20	75
30,0	20	60
27,5	20	45
25,0	20	30
22,5	20	15

Eigenheizeffekt der HochLeistungsLehm-Module

Die tagsüber im Raum entstehende Wärme steigt durch Konvektion (warme Luft) zur Decke auf. Wärmequellen können z.B. Personen, elektrische Geräte oder einfallende Sonnenenergie sein. Die hochverdichteten Lehmmodule von ArgillaTherm speichern diese Wärmeenergie und der Sandwichaufbau verhindert ein Abwandern der Wärme in die Decke. Fällt die Raumtemperatur unter die Temperatur der Lehmschicht, so wird die gespeicherte Energie in Form von Wärmestrahlung wieder in den Raum abgegeben. Die Heizperiode verringert sich in den Übergangszeiten so um bis zu 6 Wochen. Ausführliche Informationen darüber unter: Handbuch Lehm-bau, Baustoffkunde, Techniken Lehmarchitektur; Prof. Dr. Gernot Minke.

Deckenkühlung in Gebäuden mit passiver Kühlung durch Nachtlüftung

Durch Integration der HochLeistungsLehm-Module und des dadurch entstehenden einzigartig großen Feuchtespeichers (>500g/m²) eignet sich dieses System bestens für den Einsatz in Gebäuden mit passiver Kühlung durch Nachtlüftung. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Nacht: Aufladen der Module mit kühler Feuchte und konvektive Abgabe der gespeicherten Wärmeenergie vom Tag an der vorbeiströmenden Luft.

Tag: Abgabe der gespeicherten Feuchtigkeit und Aufnahme der Raumwärme (überwiegend konvektiv).

100g Feuchteverdunstung \cong 62,5Wh/m² Verdunstungskälte auf natürlicher Weise. Durch Einsatz von Erdwärmetauschern kann die Kühlleistung weiter erhöht werden. Raumtemperaturabsenkung um 8°C zur Außentemperaturspitze sind so problemlos darstellbar.

KfW-Klassifizierung laut EnEV 2016

Es wurden drei EFH-Modellhäuser (klein, mittel, groß) mit normaler Fensterfläche (20%) und großer Fensterfläche (40%) gemäß Abb.1. erstellt und soweit in Gebäudehülle, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Größe der Photovoltaikanlage variiert, dass die gesamte Spanne von "EnEV gerade erfüllt" bis "KfW40" abgedeckt wurde. Das Ergebnis ist in Abb.2. dargestellt.

Haustyp A: Grundfläche = 8 x 10m Erdgeschoss & Dachgeschoss PV-Anlage = maximal 6 kWp
Haustyp B: Grundfläche = 10 x 12m Erdgeschoss & Dachgeschoss & Spitzboden PV-Anlage = maximal 12 kWp
Haustyp C: Grundfläche = 12 x 14m Erdgeschoss & Dachgeschoss & Spitzboden PV-Anlage = maximal 13,5 kWp

Abb.1:

Drei Haustypen mit unterschiedlicher Grundfläche und Ausbauzustand (Keller, Spitzboden) wurden betrachtet. Außerdem wurde der Fensteranteil variiert (20% bzw. 40% des Wandanteils).

Durch die unterschiedliche Größe ist auch die maximale PV-Anlage unterschiedlich groß. Wie sich in der Berechnung herausstellte, korreliert das Erreichen des nötigen H'T-Wertes bei voll belegtem Dach i.d.R. auch mit dem Erreichen des jeweiligen KfW-Standards (40,55,70).

Abb. 2: Die folgende Tabelle zeigt, was für ein KfW-Standard unter Berücksichtigung von Dämmung, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Photovoltaikanlage erreichbar ist.

Nr.	Haustyp	HT-Wert vom Gebäude	Fensteranteil	Lüftung mit WRG	PV-Anlage	KfW-Klasse
1	A	0,3	20%	80%	5 kWp	EnEV
2	A	0,29	20%	80%	6 kWp	70
3	A	0,25	20%	80%	6 kWp	55
4	A	0,19	20%	80%	6 kWp	40
5	B	0,33	20%	80%	12 kWp	EnEV
6	B	0,3	20%	80%	10 kWp	70
7	B	0,25	20%	80%	10 kWp	55
8	B	0,2	20%	80%	10 kWp	40
9	B	0,2	20%	0%	10 kWp	70
10	B	0,22	20%	0%	12 kWp	70
11	B	0,27	40%	0%	12 kWp	70
12	B	0,24	40%	80%	12 kWp	40
13	C	0,2	20%	80%	13,5 kWp	40
14	C	0,2	20%	0%	13,5 kWp	70
15	C	0,31	20%	80%	13,5 kWp	70
16	C	0,31	20%	80%	10,5 kWp	EnEV
17	C	0,33	20%	80%	13,5 kWp	EnEV

Als Faustformel gilt: Bei Montage einer entsprechend dimensionierten Photovoltaikanlage und einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bleibt man in der angestrebten KfW-Klasse, ohne dass die Gebäudehülle bzw. der HT-Wert verbessert werden muss. Der HT-Wert vom Gebäude muss zum Erreichen eines KfW70-Standards bei 0,3 und eines KfW40-Standards bei 0,2 liegen.

Statik

Deckenlasten werden nach der DIN 1055 berechnet und ausgelegt. Diese schreibt für heutige Wohngebäude eine Tragfähigkeit von 1,5 bzw. 2,0kN/m² vor. Bei älteren Gebäuden mit Holzbalkendecken ist die Lastauslegung ähnlich und beträgt in der Regel 1,5kN/m². 1kN entspricht etwa 100kg.

Gewicht HochLeistungsLehm-Module	41,50 KG/m ²
Gewicht Lehm-Systemausgleichsplatten	15,50 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Kalkputz ohne Unterkonstruktion	13,00 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Lehmputz ohne Unterkonstruktion	17,00 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Kalkputz und 22mm OSB/ESB-Platte	26,20 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Lehmputz und 22mm OSB/ESB-Platte	30,20 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Kalkputz und 18mm zementgebundene Spanplatte	38,60 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Heizkabel und Lehmputz und 18mm zementgebundene Spanplatte	42,60 KG/m ²

Beispiel: 20m² Decke; Belegung mit 50% HochLeistungsLehm-Modulen und 50% Ausgleichsplatten und einer Unterkonstruktion aus 22mm OSB-Platten, Oberflächenbeschichtung mit Kalkputz.
 ==> 10m² x 67,70KG (41,50KG + 26,20KG) und 10 x 41,70KG (15,50KG + 26,20KG) = 1.084 KG
 ==> 54,20KG/m² Durchschnittsgewicht

Das maximale Gewicht beträgt 71,7 KG/m² (bei voller Belegung mit HochLeistungsLehm-Modulen) und einer Oberflächenbeschichtung mit Lehmputz.

Benötigte Materialien je m² Heizfläche mit Oberflächenbeschichtung Kalkputz

11

OSB/ESB- oder zementgebundene Spanplatten mit Nut/Feder als Unterkonstruktion	1 m ²
HochLeistungsLehm-Module nach DIN 18948	7,23 Stück
Edelstahl - Lastverteilteller 5 x 50 mm & Edelstahl - Spanschraube 5 x 45mm	18 Stück
Elektrisches Widerstandskabel in Twin-Leitertechnik, VDE-geprüft	11,8 m
Naturkalk-Grundputz 66-20	8 kg
Glasseiden-Gittergewebe, MW 7 x 7mm, 105g/m ² , 100cm breit	1 m ²
Mineralfarbe 689-20 als spritz- und streichfähige Fertigmischung (2maliger Anstrich)	0,6 Liter
<i>Naturkalk-Deckputz 685-20 (optional)</i>	2 kg

Benötigte Materialien je m² Heizfläche mit Oberflächenbeschichtung Lehmputz

OSB/ESB- oder zementgebundene Spanplatten mit Nut/Feder als Unterkonstruktion	1 m ²
HochLeistungsLehm-Module nach DIN 18948	7,23 Stück
Edelstahl - Lastverteilteller 5 x 50 mm & Edelstahl - Spanschraube 5 x 45mm	18 Stück
Elektrisches Widerstandskabel in Twin-Leitertechnik, VDE-geprüft	11,8 m
Lehmputz „Thermo“ nach DIN 18947	12,5 kg
Glasseiden-Gittergewebe, MW 7 x 7mm, 105g/m ² , 100cm breit	1 m ²
Clayfix Lehmfarbe nach DVL TM 06 als spritz- und streichfähige Fertigmischung	0,5 Liter
<i>Lehm-Edelputz nach DVL TM 06 mit 2mm Auftragsstärke (optional)</i>	3,5 kg