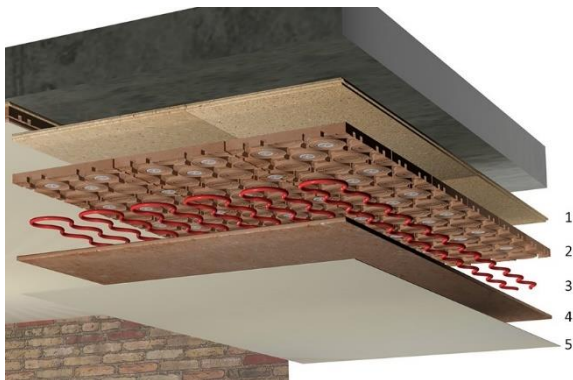


Natur-Klimadecken in offener Modulbauweise

Das **wassergeführte Natur-Klimadecken-System** von ArgillaTherm verbindet die Vorteile innovativer Kühl-/Heiz-Technik mit den positiven Eigenschaften des Baustoffs Lehm und setzt dabei auf ein neu entwickeltes, weltweit einzigartiges und patentiertes Modulbausystem.

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

Sandwichaufbau



Komponenten

- 1 OSB 3 / ESB-Plus P5 (22 mm) oder zementgebundene Spanplatten (18 mm) mit Nut/Feder als Unterkonstruktion (bei Vollholzdecken nach Freigabe durch ArgillaTherm nicht erforderlich).
- 2 HochLeistungsLehm-Module nach DIN 18948 und Lehm - Neutralplatten nach DIN 18948 (25 mm).
- 3 Polybutenrohr nach DIN 16968, PB 12 x 1,3mm, Sauerstoffdicht nach DIN 4726.
- 4 Lehmputz nach DIN 18947 für Flächenheizungen und Kühlungen mit eingearbeiteten Gittergewebe **oder** Naturkalk-Grundputz 66-20 für Flächenheizungen und Kühlungen mit eingearbeiteten Gittergewebe (ca. 5-8 mm).
- 5 Lehmfarbe nach DVL TM 06 als spritz- und streichfähige Fertigmischung.

1

Generell gilt:

Sämtliche von ArgillaTherm angebotenen Materialien sind genormte und geprüfte Systemprodukte. Die Verwendung von systemfremden Produkten ist nicht zulässig und führt zum Verlust der Herstellergarantie. Dies betrifft nicht die Regeltechnik, welche frei wählbar ist.

Bei der Montage des Systems sind alle Vorgaben laut aktueller Version der Montageanleitung genauestens zu beachten. Diese finden Sie auf unserer Homepage unter argillatherm.de/service/downloads.

Bei großen bzw. komplexen Objekten muss vor Montagebeginn eine Einweisung durch unsere Techniker, oder die Teilnahme an einer ArgillaTherm-Produktschulung erfolgt sein!

Herzstück des Systems



HochLeistungsLehm-Module

zur einfachen & kupplungsfreien Verlegung von Kühl-/Heizrohren. Saugstark, Formstabil, Rissbildungsfrei, ohne Verwendung von Gittergeweben.

Feuchte-Absorption nach Norm = 107g/m² in 12 Stunden

Feuchte-Absorption maximal > 1.700g/m²

Geprüft und zertifiziert.

Zusammensetzung:

Tone (≥ 35%), Sande, Ziegelmehl, Miscanthusfasern

1m² = 7,23 Stück HochLeistungsLehm-Module

Forschung & Entwicklung

Das Natur-Klimadeckensystem ist nach den neuesten europäischen Normen geprüft und zertifiziert. Der wissenschaftliche Background ist einzigartig! An der Entwicklung waren u.a. die MFPA Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar, das Fraunhofer-Institut Holzkirchen, die TU Dresden und die Georg-August-Universität Göttingen beteiligt. Hier wurden die Produkteigenschaften untersucht, definiert und zertifiziert. Dazu zählen die Leistungsfähigkeit, die Sorptionseigenschaften, der Feuchtespeicher und die hygrothermischen Materialkennwerte. Auf Wunsch können mittlerweile belastbare 2D Simulationen zum Feuchteverhalten beim Kühlen und Heizen im Raum und in den Bauteilen erstellt werden.



Sorptionseigenschaften

An der **Bauhaus-Universität Weimar** wurden diverse Untersuchungen zum Sorptionsverhalten (Feuchteregulierung) der HochLeistungsLehm-Module und des gesamten Systems durchgeführt und entsprechend testiert. Es wurden Messungen nach Normenvorgaben, sowie Messungen unter verschärften Bedingungen wie z.B. erhöhte Feuchtesprünge oder längere Messintervalle, durchgeführt. Nachfolgend ist eine Messreihe mit Auswertung der Ergebnisse dargestellt.

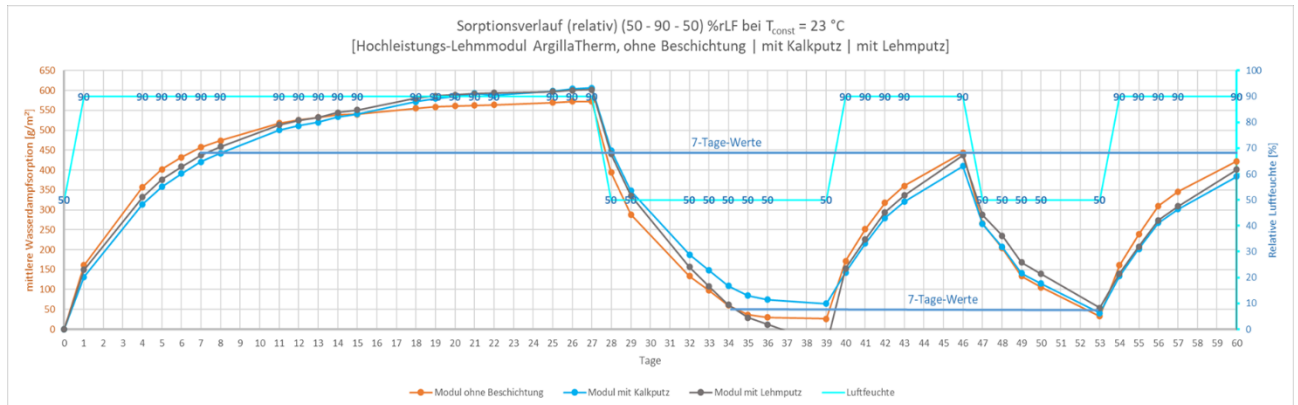


Sorption-Langzeitmessungen mit Feuchtesprünge 50% - 90% - 50% (relative Luftfeuchtigkeit rLF), durchgeführt und testiert von der MFPA Weimar.

Prüfkörper: HochLeistungsLehm-Module ohne Beschichtung (hellbraune Linie)

HochLeistungsLehm-Module mit Lehm-Putzbeschichtung (dunkelbraune Linie)

HochLeistungsLehm-Module mit Naturkalk-Putzbeschichtung (blaue Linie)



Ergebnis der Messungen:

Die HochLeistungsLehm-Module können innerhalb von 24 Stunden mehr als 150 g Wasserdampf je m² aufnehmen und innerhalb kürzester Zeit vollständig wieder abgeben (Desorption). Nach etwa 14 Tagen wurde beim Feuchtesprung von 40% rLF eine Wasserdampfaufnahme von etwa 550g/m² testiert. Der Feuchtigkeitsanteil selbst stieg nur um 2 Masseprozent auf etwa 3,5% an. Bei vollständiger Sättigung von zirka 1.700g/m² (Feuchtesprung auf 97% rLF) steigt der Feuchtigkeitsanteil auf nur 4,7%.³ Zum Vergleich: Holz besitzt eine Ausgleichsfeuchte von zirka 10%.

Die Oberflächenbeschichtungen (Argillatherm Lehm- oder Kalkputzsystem) beeinflussen die enormen Sorptionswerte der HochLeistungsLehm-Module nicht.

Hygrothermische Materialkennwerte

ermittelt vom Fraunhofer-Institut

Zur Feuchtigkeitssimulation im Raum wurden vom Fraunhofer-Institut die hygrothermischen Materialkennwerte von den HochLeistungsLehm-Modulen ermittelt und ein entsprechender Datensatz im WUFI-Programm implementiert.

Die wichtigsten Kennzahlen:

Rohdichte: 1.842 kg/m³

Porosität (trocken): 31,9%

Freie Sättigung: 319 kg/m³ (das bedeutet, dass die Porosität zu 100% genutzt wird)

Wasseraufnahmekoeffizient A-Wert: 1,6 kg/m²vh (17-fach schneller im Vergleich zu Porenbeton)

Wasserdampfdiffusionswiderstand: $\mu = 22$ (23°C/50rLF), $\mu = 10$ (23°C/93rLF)

Simulation zum Feuchteverhalten im Raum und im Mauerwerk beim Kühlen und Heizen

durchgeführt von der GWT (TU Dresden)

Nach Abstimmung der Klimabedingungen, Konstruktionen und Materialien wurde zunächst das Raumklima mit Hilfe der Software THERAKLES berechnet. Dieses wurde in den daran anschließenden hygrothermischen Bauteilsimulationen mit DELPHIN angesetzt. Nachfolgend ist eine Simulation zum Feuchteverhalten im Raum und im Mauerwerk beim Kühlen und Heizen dargestellt, ohne dass eine mechanische Luftentfeuchtung verwendet wird. Zur Simulation wurde ein Referenzjahr mit durchschnittlichen Werten verwendet (2011).

Ausgangswerte:

Büroraum in Mannheim (Region in Deutschland mit der höchsten sommerlichen Wärmebelastung)

Raumfläche: 25 m² (5*5m), Raumvolumen: 75 m³

Raumnutzung: werktags 2 Personen von 8 bis 17 Uhr

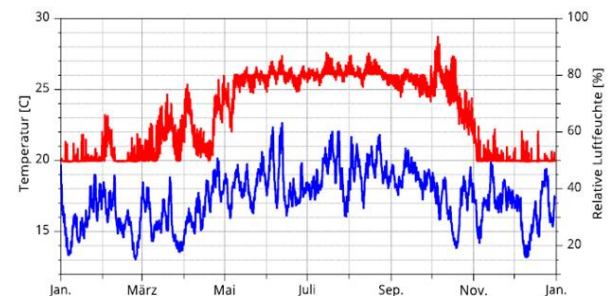
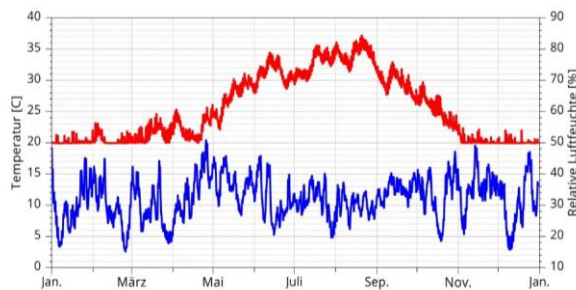
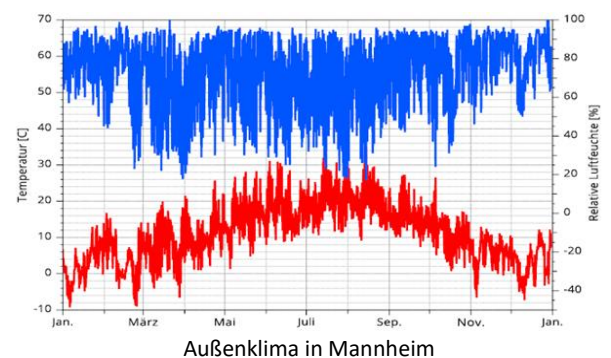
Feuchtelast: 2 Personen im Raum mit 80 g/h

Fenster: 4 m², nach Süden ausgerichtet

Luftwechsel: permanent 0,6 1/h

Parameter: VL = 14°C, Raum = 26°C ± 78 Watt/m²

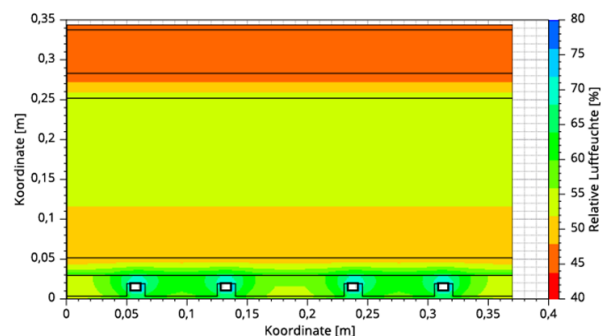
Kühlung: 8h/Tag April bis September



Fazit:

Während der Kühlphasen stieg die Raumluftfeuchte nicht über 60% rLF. Auf eine mechanische Luftentfeuchtung kann verzichtet werden!

Die Feuchtigkeit im Bauwerk stieg ebenso nicht über 60% rLF.

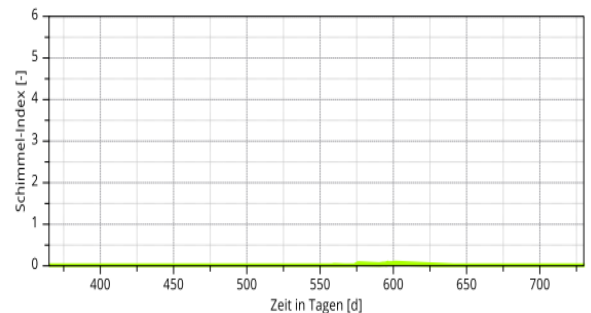


Schimmel-Indexierung

Schimmel-Index	Klassifizierung / Beschreibung
0	kein Wachstum
1	mikroskopisches Wachstum, wenig Hyphen
2	mikroskopisches Wachstum, mehrere Kolonien von Hyphen
3	mikroskopisches Wachstum bedeckt weniger als 50%, sichtbares Wachstum bedeckt weniger als 10%, <u>beginnende Sporenbildung</u>
4	mikroskopisches Wachstum bedeckt mehr als 50%, sichtbares Wachstum (Mycel) bedeckt ca. 10-50%
5	stellenweise starkes Wachstum, Mycel bedeckt sichtbar mehr als 50%
6	sehr starkes Wachstum, Mycel bedeckt nahezu 100%

Klassifizierung:

Ab einem Schimmel-Index von 3 beginnt die potentiell problematische Bildung von Sporen. Werte von bis zu ,2' werden deshalb als unkritisch angesehen.



Ergebnis:

Verlauf des Schimmel-Index auf der Deckenunterseite.
Ein Wert von 0,1 wurde hier zu keiner Zeit überschritten.

Durchgeführte Systemprüfungen

DIN EN 1264	Prüfung für Raumflächenintegrierte Heiz- &Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung zur Bestimmung der Heiz-/Kühlleistung	MFPA Weimar
DIN EN 14037	Prüfung für an der Decke frei abgehängte Heizflächen mit Wasserdurchströmung zur Bestimmung der Heizleistung	WSPLab Stuttgart
DIN EN 14240	Prüfung für an der Decke frei abgehängte Kühlflächen mit Wasserdurchströmung zur Bestimmung der Kühlleistung	WSPLab Stuttgart
DIN 4102	Prüfung zur Einteilung der Baustoffe nach ihrem Brandverhalten in Feuerwiderstandsklassen	MFPA Leipzig
DIN 18948	Anforderungen, Leistungsmerkmale und Prüfverfahren für im Werk hergestellte Lehmbauplatten	MFPA Weimar
DIN 4726	Prüfung der Sauerstoffdichtheit für Rohre aus Kunststoffen	MPA Dortmund

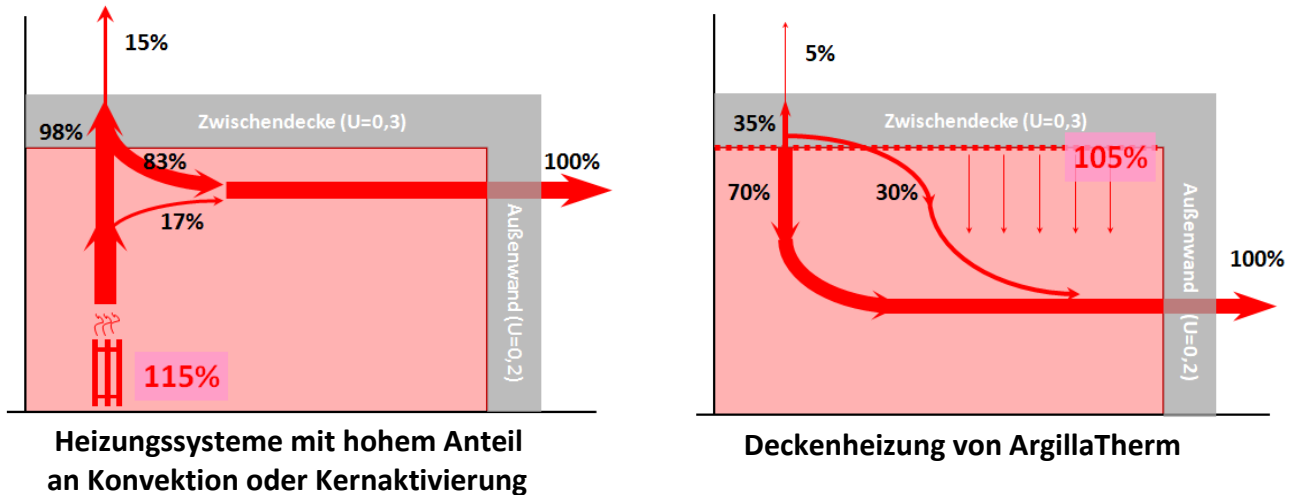
Systempartner

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 Viega	Heiz-/Kühlrohr	Spezialanfertigung
Firma Sorel	Regeltechnik	Standardprodukte mit speziell hinterlegten Regelprogrammen
Firma Spax	Befestigungen	Standardprodukte
Firma Protektor	Deckenabhängung	Standardprodukte, Achsmasse laut Prüfstatik
Firma Liaver	Akustiksystem	Standardprodukte

Sandwichaufbau zur thermischen und mechanischen Entkopplung

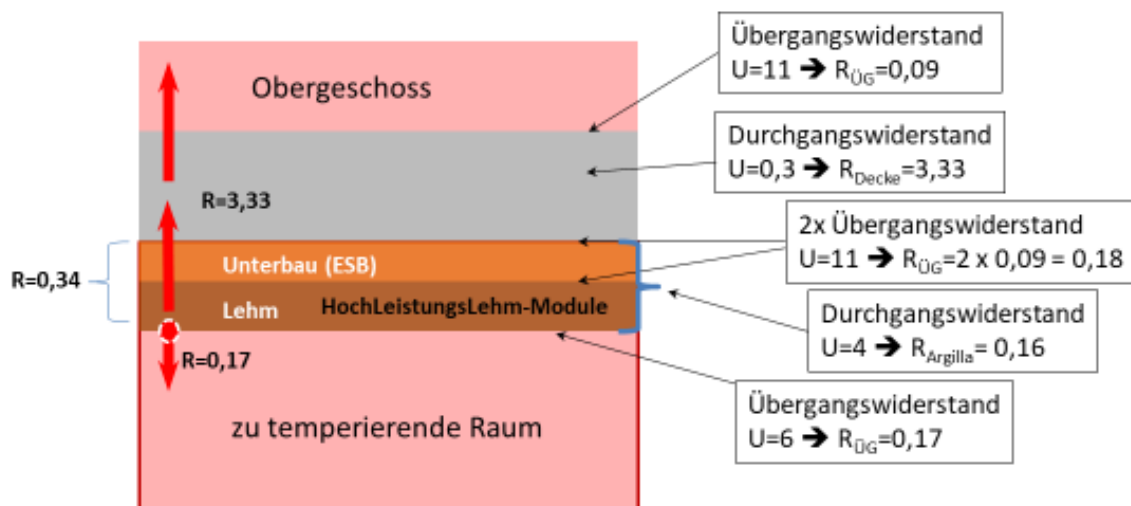
Gegenüberstellung; Heizsysteme mit hohem Konvektionsanteil / Deckenheizsysteme mit direktem Verbund zum Mauerwerk (i.d.R. Nasssysteme) im Vergleich zur Deckenheizung von ArgillaTherm



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

6



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 Lehmplatte der ArgillaTherm Systembauplate. Von dort kommt ein Großteil dann wieder zurück, da der Widerstand in das darüberliegende Stockwerk deutlich größer ist als zurück in die Lehmplatte.

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

System-Vorlauftemperaturen

Je nach Heizleistungsbedarf, Belegungsichte und Spreizung bei

Heizen: 25 – 45°C

Kühlen: 8 – 22°C

Reaktionszeit / thermische Trägheit

Abhängig vom Wärmeerzeuger/Heizsystem beträgt die Ansprechzeit zirka 5-10 Minuten, die HochLeistungsLehm-Module samt Putzüberdeckung 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. Beim Einsatz von Wärmepumpen können somit problemlos unterbrechbare Heizstromtarife (Wärmepumpentarife) ohne Pufferspeicher genutzt werden.

Varianten-Deckenheizung/Kühlung bei vollflächiger Belegung



Maximale Heiz-/Kühlleistung



Geringere Heiz-/Kühlleistung



Maximale Heiz-/Kühlleistung mit Ringschall-Absorberplatten



Geringere Heiz-/Kühlleistung mit Ringschall-Absorberplatten

Varianten-Deckenheizung/Kühlung bei teilflächiger Belegung



Deckensegel Innenliegend



Deckensegel außenliegend mit Ringschall-Absorberplatten



Deckensegel außenliegend

8

Variantenbeispiele Deckensegel

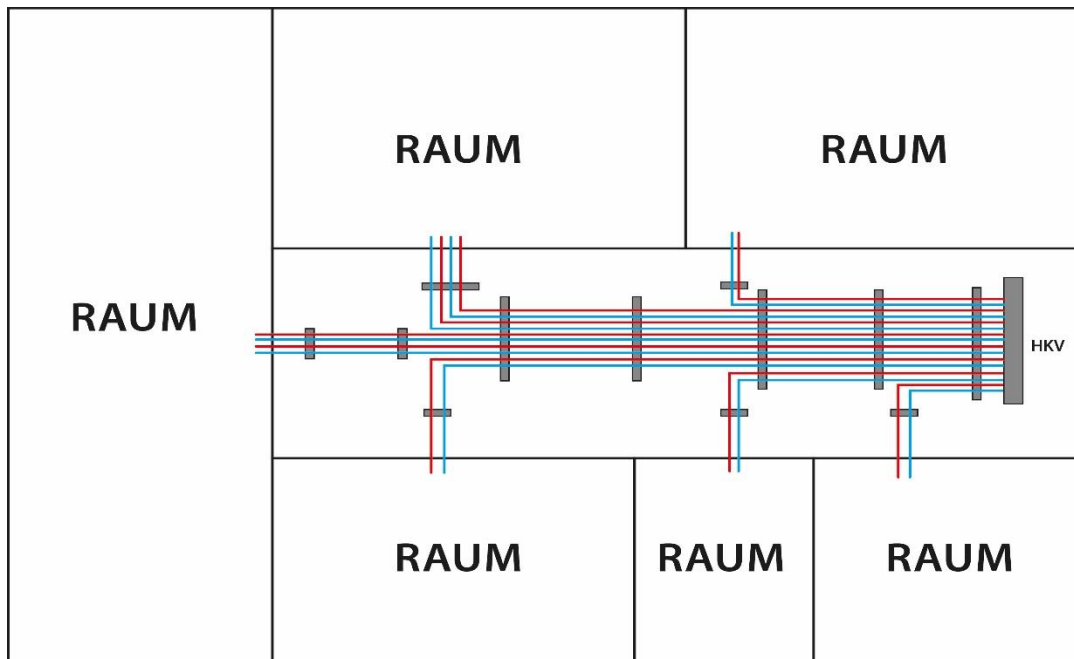


Deckensegel außenliegend



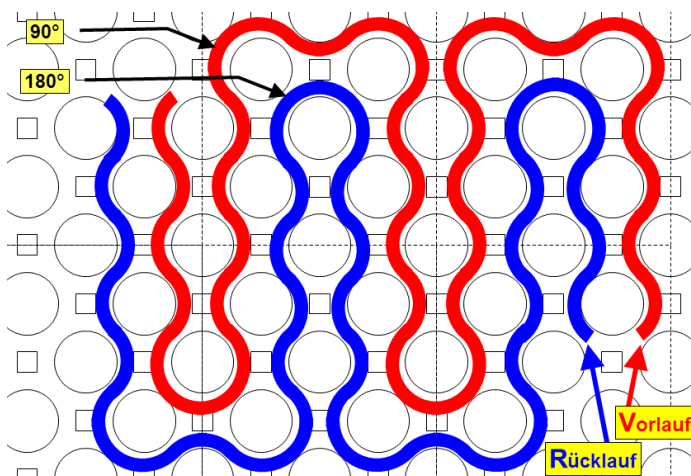
Deckensegel innenliegend

Beispiel einer Anbindung am Heizkreisverteiler/Anschlusspunkt



In Räumen die zur Anbindung der Rohre zum Heizkreisverteiler bzw. Anschlusspunkt dienen (z.B. Flur, Technikraum), werden die Rohre entweder mit Hilfe von Zahnschienen (Rohr-Klemmschienen) an der Decke montiert, oder niveaugleich auf Systemanschlussplatten mit Hilfe von Edelstahl-Lochband befestigt. Bei der Montage mit Zahnschienen besteht die Möglichkeit zur Isolierung der Anbindeleitungen. Bei einer niveaugleichen Anbindung werden die Räume durch die Anbindeleitungen mit temperiert. Hier sind die Vorgaben des Technischen Merkblatts 11-2021 vom ZVSHK/BDH/BVF zu beachten.

Rohrverlegung in den HochLeistungsLehm-Modulen

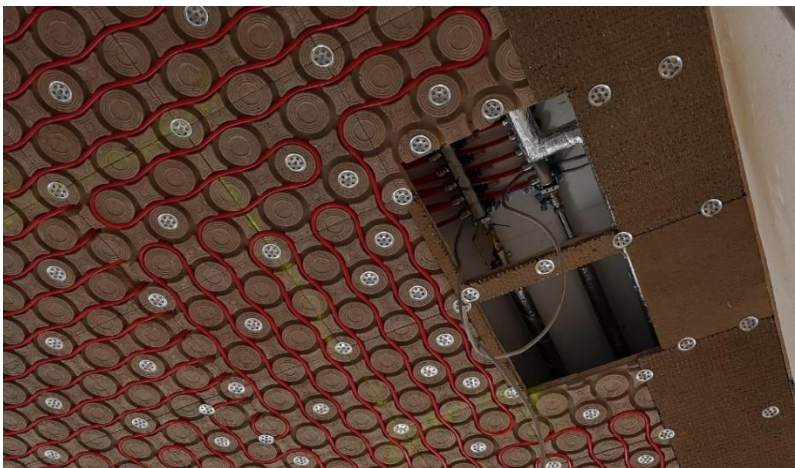


Ein Modul hat 4 Spuren zur Verlegung des Kühl-/Heizrohres. Die Spur 1 & 4 für den Vorlauf, die Spur 2 & 3 für den Rücklauf.

Einbaubeispiele



Vollflächige Deckenbelegung mit HochLeistungsLehm-Modulen und Lehm-Neutralplatten.
Anbindung zum Heizkreisverteiler über die Flurdecke.



Positionierung des Heizkreisverteilers in der Zwischendecke.

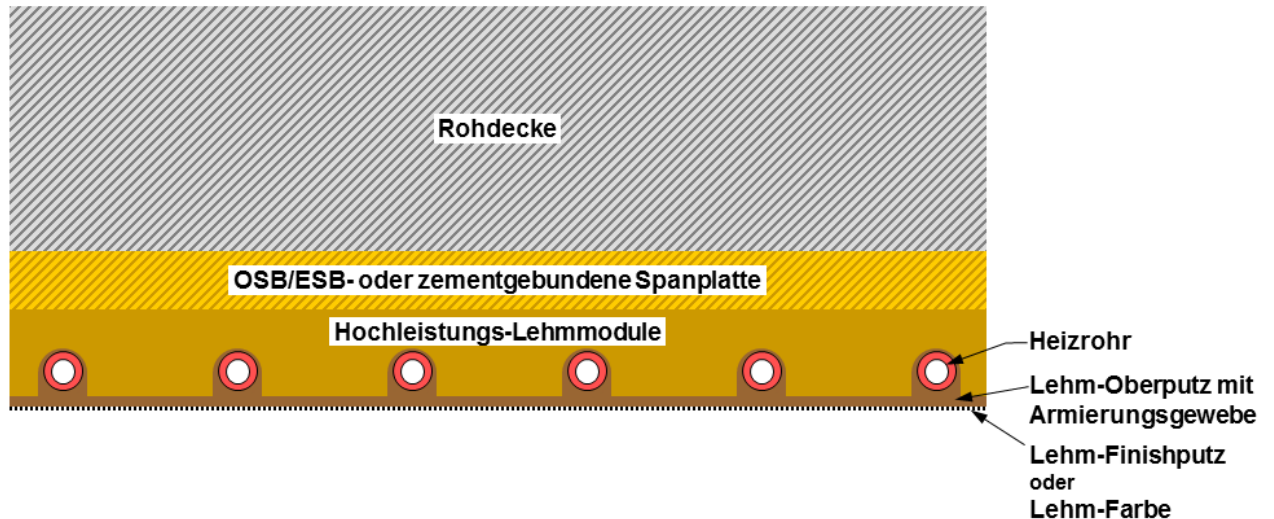


Niveaugleiche Anbindung durch Verwendung von Systemanschlussplatten als Putzträger.

Befestigungsvarianten / Systemaufbau

Beispiel 1:

direkte Befestigung mit OSB/ESB- oder zementgebundenen Spanplatten an der Decke, Aufbauhöhe 55mm

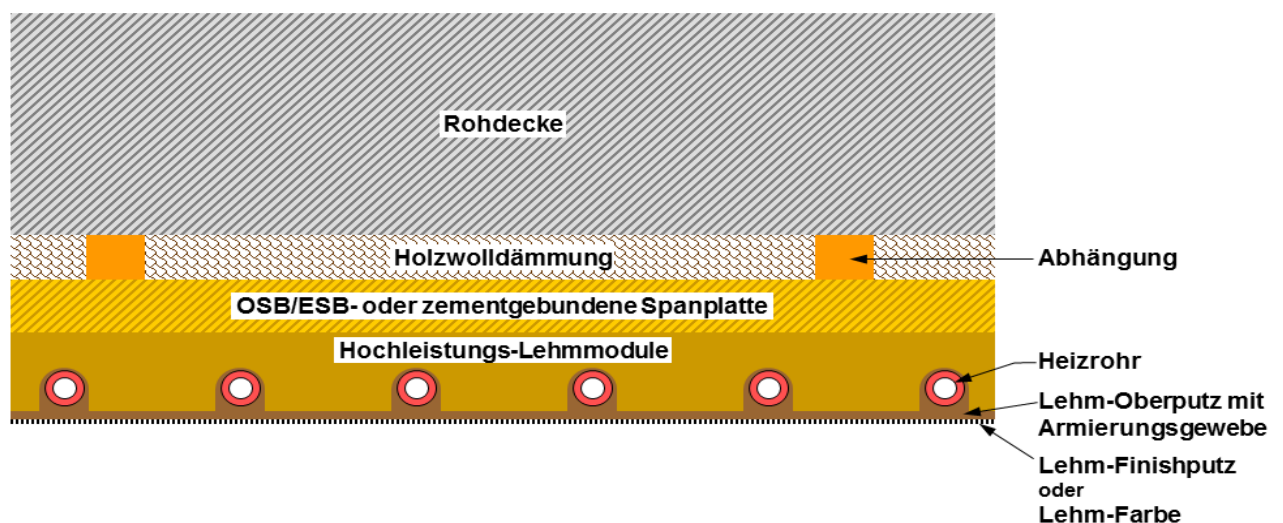


Die Oberflächenbeschichtung kann wie beschrieben mit Lehmputz und Lehmfarbe, sowie mit Kalkputz und Mineralfarbe erfolgen. Entscheidend ist die Durchlässigkeit des Deckmaterials, sodass die Sorptionsfähigkeit der HochleistungsLehm-Module nicht beeinträchtigt wird. Bei Vollholzdecken werden grundsätzlich keine Spanplatten benötigt, die Module können direkt befestigt werden. Eine Spezifikation des Deckenherstellers und die Freigabe durch Argillatherm sind jedoch erforderlich!

11

Beispiel 2:

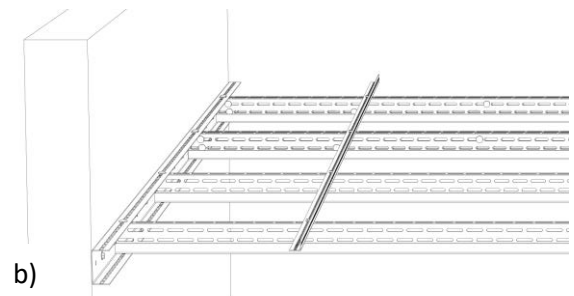
Befestigung mit Unterbauschalung, ggfs. Isolierung und OSB/ESB- oder zementgebundenen Spanplatten, Aufbauhöhe 55mm zzgl. Abhängung



Die Oberflächenbeschichtung kann wie beschrieben mit Lehmputz und Lehmfarbe, sowie mit Kalkputz und Mineralfarbe erfolgen. Entscheidend ist die Durchlässigkeit des Deckmaterials, sodass die Sorptionsfähigkeit der HochleistungsLehm-Module nicht 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® Natur-Klimadecken sind die entsprechenden Vorschriften und Normen zu berücksichtigen.

12

DIN EN 12831	Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
VDI 2078	Verfahren zur Berechnung der Norm-Kühllast
DIN EN 1264	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
DIN EN 14037	Bestimmung der Wärmeleistung für abgehängte wasserdurchströmte Deckensysteme
DIN EN 14240	Bestimmung der Kühlleistung für abgehängte wasserdurchströmte Deckensysteme
DIN EN ISO 11855	Umweltgerechte Gebäudeplanung – Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter Strahlheizungs- und –Kühlsysteme
DIN 16968	Rohre aus Polybuten (PB), allgemeine Qualitätsanforderungen
DIN 4726	Rohrleitungen aus Kunststoffen, Grenzwert für Diffusionsdichtheit
VDI 2035	Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen
DIN EN 60730	Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte
DIN 18947	Anforderungen für Lehmputzmörtel zum Verputzen von Wänden und Decken
DIN 18948	Anforderungen, Einsatzgebiete, Leistungsmerkmale und Prüfverfahren für im Werk hergestellte Lehmputzplatten
DVL TM 06	Technisches Merkblatt für Lehm-Dünnschichtenbeschichtungen von Wänden und Decken

Planung: Energieberater/Architekt/Planer

Ausführende Gewerke: Heizungsbauer/Trockenbauer/Baufirma

Auslegung Deckenheizung

Die mittlere Oberflächentemperatur für Deckensysteme mit einer Höhe von bis zu 3 Meter sollte laut Normenvorgabe 32°C nicht überschreiten. Beim wSYSTEM wird dieser Wert mit einer Vorlauftemperatur von 37°C erreicht, die Leistung beträgt dann 70 Watt/m² (VL 37°C, RL 32°C, RT 20°C).

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

Die Deckenheizung wird standardmäßig mit Systemtemperaturen von 35°C/30°C/20°C (entspricht eine Leistung von 60 Watt/m²) ausgelegt, sodass eine Reserve ohne Abstriche in der Behaglichkeit vorhanden ist.

Niedrigere Heizleistungen werden entweder durch Verringerung der Systemtemperaturen oder durch Verringerung des Flächenanteils an HochLeistungsLehm-Modulen bei gleichbleibenden Systemtemperaturen erreicht. Die Restflächen werden mit Lehm-Neutralplatten belegt.

Heizleistung $\triangleq$ mittlere SystemTemp. – RaumTemp. x Faktor 4,8

Bei einer Vorlauftemperatur von 35°C liegt die Decken-Durchschnittstemperatur 2,5 K unter dem Mittelwert des Heizwassers. Bei Anhebung der Vorlauftemperatur steigt dieser Wert proportional an. Die für die Heizleistungsabgabe wichtigen Werte finden Sie in der folgenden Tabelle.

Vorlauf Temperatur in °C	Rücklauf Temperatur in °C	Decke Temperatur in °C	Raum Temperatur in °C	Heizleistungen Watt/m²
45,0	40,0	40,0	20	108
42,5	37,5	37,5	20	96
40,0	35,0	35,0	20	85
37,5	32,5	32,5	20	72
35,0	30,0	30,0	20	60
32,5	27,5	27,5	20	48
30,0	25,0	25,0	20	36
27,5	22,5	22,5	20	24

Systemtemperaturen (Spreizung 5K), mittlere Deckentemperaturen und Heizleistungen bei Deckenmontage.

Hinsichtlich der Leistungsabgaben wurde das System nach DIN EN 1264 und DIN EN 14037 geprüft.

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.

Auslegung der Deckenkühlung

Das wSYSTEM ist bestens dafür geeignet, im Sommer durch Kaltwasserzirkulation in den Rohrleitungen zur Raumkühlung eingesetzt zu werden, sowohl im 2-Leiter als auch im 4-Leiter-Betrieb mit permanent wechselnden Systemtemperaturen. Die maximalen Heizkreislängen und die Massenströme sollten für den Heiz- und Kühlbetrieb gleich ausgelegt werden, wobei Führungsgröße bei der Auslegung der Betrieb mit dem höheren Massenstrom ist. In der Regel ist das der Kühlbetrieb.

Die Kühlleistung hängt von der Temperaturdifferenz (Raum minus mittlere Systemtemperatur) ab. Bei einer Raumtemperatur von 26°C und einer mittleren Systemtemperatur von 18°C beträgt die Kühlleistung 65 W/m². Für andere Wertepaare mit einer Systemspreizung von 4K siehe nachfolgende Tabelle.

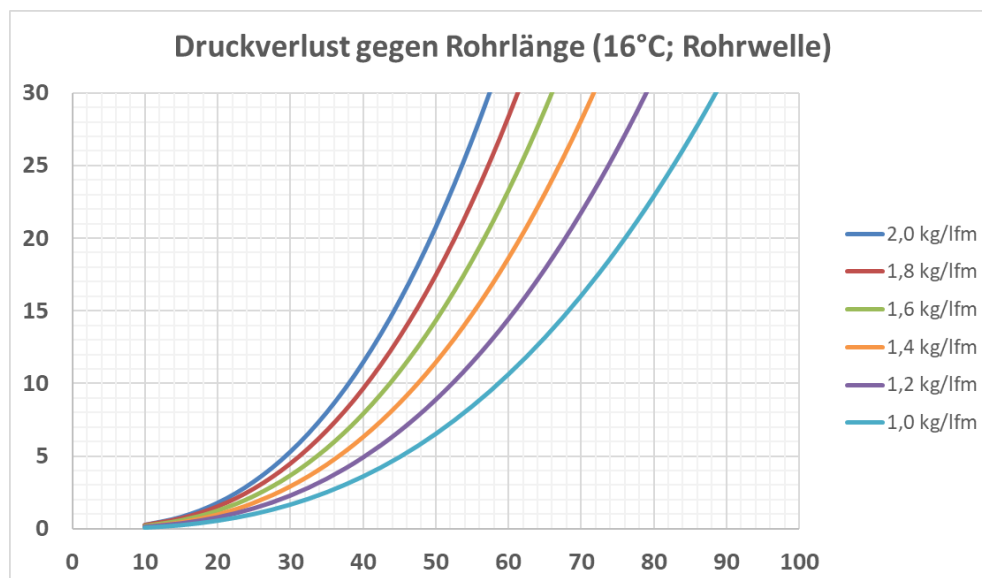
System-Temperatur VL / RL	Raumtemperatur 18 °C	Raumtemperatur 20 °C	Raumtemperatur 22 °C	Raumtemperatur 24 °C	Raumtemperatur 26 °C
10°C / 14°C	49 Watt	65 Watt	82 Watt	98 Watt	114 Watt
12°C / 16°C	33 Watt	49 Watt	65 Watt	82 Watt	98 Watt
14°C / 18°C		33 Watt	49 Watt	65 Watt	82 Watt
16°C / 20°C			33 Watt	49 Watt	65 Watt
18°C / 22°C				33 Watt	49 Watt
20°C / 24°C					33 Watt

Kühlleistung $\triangleq$ RaumTemp. – mittlere SystemTemp. x Faktor 8,125

Hinsichtlich der Leistungsdaten wurde das System nach DIN EN 1264 & DIN EN 14240 geprüft.

14

Die benötigten Masseströme und maximal gewünschten Druckverluste sind Indikatoren für die Rohrlängen. In der folgenden Graphik können Sie alle notwendigen Daten entnehmen.



X-Achse = Rohrlängen, Y-Achse = Druckverlust in kPa

Einsatzgebiete

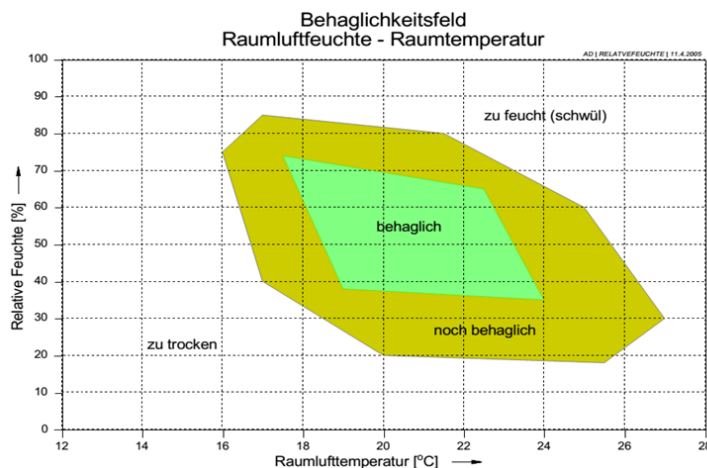
Auf Grund des einzigartig schnellen Aufsaugverhaltens (A-Wert 1,6 kg/m²Vh) und des großen Feuchtespeichers eignet sich das System besonders zur Kühlung von Gebäuden ohne mechanische Luftentfeuchtung und in Gebäuden mit passiver Kühlung durch Nachtlüftung.

1. Deckenkühlung in Gebäuden ohne mechanische Luftentfeuchtung
2. Deckenkühlung in Gebäuden mit mechanische Luftentfeuchtung
3. Deckenkühlung in Gebäuden mit passiver Kühlung durch Nachtlüftung

1. Deckenkühlung in Gebäuden ohne mechanische Luftentfeuchtung

Herzstück des Systems sind patentierte HochLeistungsLehm-Module. Auf Grund der einzigartigen Zusammensetzung mit einem erhöhten Anteil (zirka 6-fach höher als klassischer Baulehm) an saugstarken Tonmineralien wird dem naturbedingten Ansteigen der Raumluftheuchte beim Kühlen entgegengewirkt und somit die Behaglichkeit im Raum (operativ gefühlte Temperatur) deutlich verbessert. Ein natürlicher Prozess, der keine Regel- oder Überwachungstechnik benötigt!

Feuchtespeicherkapazität: > 1.700g/m² (testierte Werte siehe Prüfbericht Fraunhofer-Institut)



Je Grad Temperaturabsenkung erhöht sich naturbedingt die Raumluftheuchte um zirka 6 % vom Ausgangswert.

Steigt dieser Wert über 50 %, so aktiviert sich automatisch das Aufsaugverhalten der Tonminerale in den Modulen.

Selbst wenn es zur Tauwasserbildung an der Oberfläche kommen sollte, so wird es von dem stark saugenden Material aufgenommen und bei abfallender Raumluftheuchte wieder in den Raum abgegeben.

15

Der Einsatz von Taupunktüberwachungen bzw. Taupunktregelungen wird empfohlen, spielt aber unter normalen Bedingungen in unseren Breitengraden keine entscheidende Rolle.

Je Tag sollte die aktive Kühlphase bei maximal 12 Stunden liegen. Somit bleibt ausreichend Zeit zur Entspannung der HochLeistungsLehm-Module (Abgabe der eingespeicherten Feuchtigkeit) zwischen den Kühlphasen vorhanden, was wiederum eine zusätzliche natürliche Kühlleistung erzeugt (100g/m² Feuchtigkeitsabgabe erzeugen 62,6 Wh/m² Verdunstungskälte).

Deckenkühlung in Gebäuden mit mechanischer Luftentfeuchtung

Konventionelle Systeme ohne hygroskopische Eigenschaften benötigen eine Vortrocknung (Temperatur vom Kühlregister in der Zuluftanlage) von 5-10 K unter der Decken-Systemtemperaturen zur Aufnahme und Abführung der intern entstehenden Feuchtigkeit. Dadurch wird der absolute Feuchtegehalt (aFG) der Zuluft stark reduziert, was wiederum den relativen Luftfeuchtigkeitsgehalt (rLF) deutlich unter 40% sinken lässt.

Nicht bei den Natur-Klimadecken von Argillatherm!

Auf Grund des einzigartig schnellen Aufsaugverhaltens (A-Wert 1,6 kg/m²Vh) und des großen Feuchtespeichers (> 1.700g/m²) kann die intern entstehende Feuchtigkeit problemlos aufgefangen und abgeführt werden.

Die Systemtemperatur der Vortrocknung kann somit identisch zur Decken-Systemtemperatur ausgelegt werden, was Energie spart und die Raumluft nicht übermäßig austrocknet.

Wettbewerbsvergleich/Betriebskosten für die Vortrocknung:

Metall-Deckensystem: VL-Kühldecke = 16°C, VL Kühlregister in der Zuluftanlage = 12°C

Natur-Deckensystem: VL-Kühldecke = 16°C, VL Kühlregister in der Zuluftanlage = 16°C

Rechengröße Energiekosten/Vortrocknung: je m³ Luft und °C zirka 1300J $\pm$ 0,0004 kWh

Bei einem Bürogebäude mit 10.000m² Grundfläche und einer Luftwechselrate von 1/h können so bei nur 12 Stunden Kühlung 576 kWh/Tag an Energie eingespart werden.

Wasserdampfgehalt [g/m³] und Taupunkt [°C] der Luft

°C	Relative Luftfeuchtigkeit [%]										°C
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0	0,5	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,8	0
1	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	1
2	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,5	5,0	5,6	2
3	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	3
4	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2	3,8	4,5	5,1	5,7	6,4	4
5	0,7	1,4	2,0	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	5
6	0,7	1,5	2,2	2,9	3,6	4,4	5,1	5,8	6,5	7,3	6
7	0,8	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,8	7
8	0,8	1,7	2,5	3,3	4,1	5,0	5,8	6,6	7,5	8,3	8
9	0,9	1,8	2,7	3,5	4,4	5,3	6,2	7,1	8,0	8,9	9
10	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	5,7	6,6	7,5	8,5	9,4	10
11	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11
12	1,1	2,1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,5	8,5	9,6	10,7	12
13	1,1	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	8,0	9,1	10,2	11,4	13
14	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,3	8,5	9,7	10,9	12,1	14
15	1,3	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9,0	10,3	11,6	12,9	15
16	1,4	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	10,9	12,3	13,7	16
17	1,5	2,9	4,4	5,8	7,3	8,7	10,2	11,6	13,1	14,5	17
18	1,5	3,1	4,6	6,2	7,7	9,2	10,8	12,3	13,9	15,4	18
19	1,6	3,3	4,9	6,5	8,2	9,8	11,4	13,1	14,7	16,3	19
20	1,7	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,1	13,9	15,6	17,3	20
21	1,8	3,7	5,5	7,3	9,2	11,0	12,9	14,7	16,5	18,4	21
22	1,9	3,9	5,8	7,8	9,7	11,7	13,6	15,6	17,5	19,5	22
23	2,1	4,1	6,2	8,2	10,3	12,4	14,4	16,5	18,5	20,6	23
24	2,2	4,4	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	17,4	19,6	21,8	24
25	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,5	20,8	23,1	25
26	2,4	4,9	7,3	9,8	12,2	14,6	17,1	19,5	22,0	24,4	26
27	2,6	5,2	7,7	10,3	12,9	15,5	18,1	20,6	23,2	25,8	27
28	2,7	5,4	8,2	10,9	13,6	16,3	19,1	21,8	24,5	27,2	28
29	2,9	5,8	8,6	11,5	14,4	17,3	20,1	23,0	25,9	28,8	29
30	3,0	6,1	9,1	12,2	15,2	18,2	21,3	24,3	27,3	30,4	30
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	

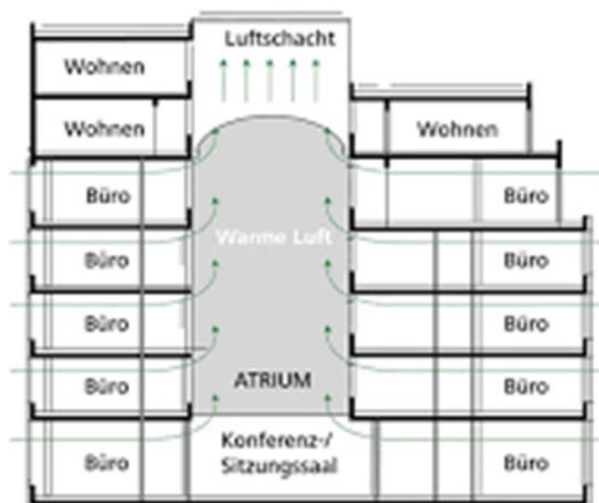
Ein Luftwechsel mit einer Führungsgröße von 1000ppm CO² im Raum ist ausreichend zur Abführung der anfallenden Feuchtigkeit und kann in allen Breitengraden (auch unter tropischen Bedingungen) eingesetzt werden.

Deckenkühlung in Gebäuden mit passiver Kühlung durch Nachtlüftung

Durch den Einsatz der HochLeistungsLehm-Module mit ihrem einzigartig schnellen Aufsaugverhalten (A-Wert $1,6 \text{ kg/m}^2\text{Vh}$) und großen Feuchtespeicher ($> 1.700\text{g/m}^2$) eignet sich das 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).



1g Feuchteverdunstung entzieht der Natur-Klimadecke $0,625 \text{ Wh}$ Wärmeenergie. Bei der Abgabe (Verdunstung) von 100 g/m^2 Feuchtigkeit entstehen so auf natürlicher Weise $62,5 \text{ Wh/m}^2$ Verdunstungskälte.

Durch nächtliches Aufladen der Module mit Feuchtigkeit, die tagsüber verdunstet wird, entsteht in den Sommermonaten ein spürbarer Kühleffekt.

Auf die richtige Gebäudeplanung (Kühlkonzept) kommt es an!

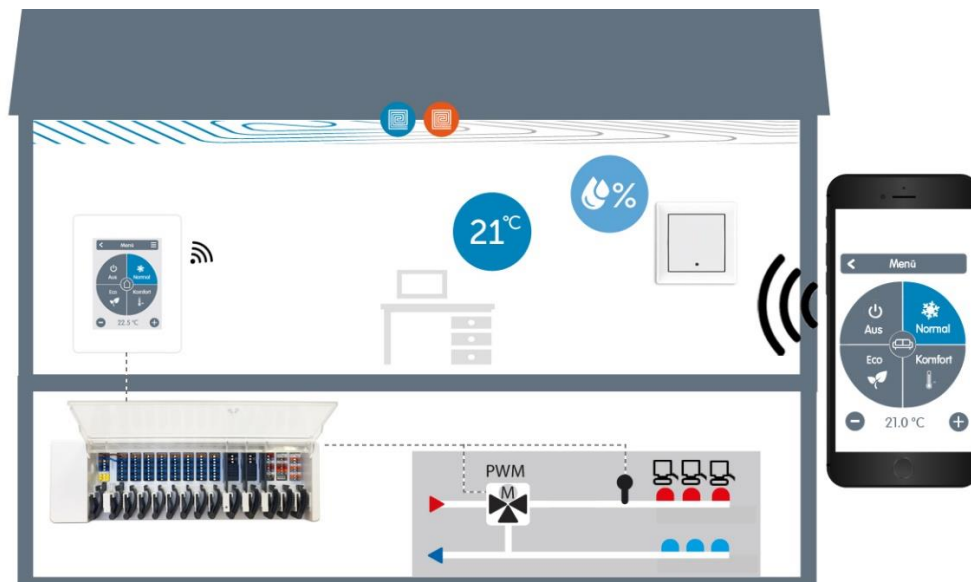
- Randbedingungen des Standortes (Klima, Ausrichtung, Nutzung)
- Gebäudehülle (Reduzierung der solaren Wärmelasten)
- Nutzung (Reduzierung der internen Wärmelasten)
- Luftschacht zur Nutzung einer freien Nachtlüftung (Kamineffekt)
- Quer-Durchströmung des Gebäudes gewährleisten

Regelung Beispiele-Schaltschema



App-basiert mit raumweiser Regelung der Temperatur & Feuchtigkeitsüberwachung. Die Verbindung der Steuereinheiten untereinander erfolgt mit einem geeigneten CAN-Buskabel. Einputzfühler werden nur für den statischen Heiz-/Kühlbetrieb benötigt, d.h. bei festen Systemtemperaturen.

18



App-basiert mit raumweiser Regelung der Temperatur & Feuchtigkeit durch Integration eines Mischers. 3-Wege-, 4-Wege- und 6-Wege-Mischer (4-Leiter-Technik) können angesteuert werden. Die Verbindung der Steuereinheiten untereinander erfolgt mit einem geeigneten CAN-Buskabel. Einputzfühler werden nur für den statischen Heiz-/Kühlbetrieb benötigt, d.h. bei festen Systemtemperaturen.

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 wSYSTEM	38,00 KG/m ²
Gewicht HochLeistungsLehm-Module Neutralplatte	44,00 KG/m ²
Gewicht Lehm-Neutralplatten	15,50 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Kalkputz ohne Unterkonstruktion	13,00 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Lehmputz ohne Unterkonstruktion	20,00 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Kalkputz und 22mm OSB/ESB-Platte	26,20 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Lehmputz und 22mm OSB/ESB-Platte	33,20 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Kalkputz und 18mm zementgebundene Spanplatte	38,60 KG/m ²
Gewicht Befestigungsmaterial, Rohr und Lehmputz und 18mm zementgebundene Spanplatte	45,60 KG/m ²

Beispiel: 20m² Decke; Belegung mit 80% HochLeistungsLehm-Modulen, 20% Lehm-Neutralplatten, ein m² HochLeistungs-Neutralplatten für Lampenbereiche und einer Unterkonstruktion aus 22mm OSB-Platten, Oberflächenbeschichtung mit Kalkputz.

=> 16m² x 71,20KG (38,00KG + 33,20KG), 3m² x 48,70KG (15,50KG + 33,20KG) und

1m² x 77,20KG (44,00KG + 33,20KG) = 1.362,50 KG

=> 68,12KG/m² Durchschnittsgewicht

Das maximale Gewicht beträgt 71,20 KG/m² (bei voller Belegung mit HochLeistungsLehm-Modulen) und einer Oberflächenbeschichtung mit Lehmputz.

19

Benötigte Materialien je m² Heiz-/Kühlfläche mit Oberflächenbeschichtung Kalkputz

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
Polybutenrohr „Hot & Cool“ nach DIN 16968, PB 12 x 1,3mm	11 m
Naturkalk-Grundputz 66-20	14 kg
Glasseiden-Gittergewebe, MW 7 x 7mm, 105g/m ² , 100cm breit	1 m ²
Lehmfarbe nach DVL TM 06 als spritz- und streichfähige Fertigmischung (2x Anstrich)	1 kg
Naturkalk-Glätte 66k-20 (optional)	2 kg

Benötigte Materialien je m² Heiz-/Kühlfläche 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
Polybutenrohr „Hot & Cool“ nach DIN 16968, PB 12 x 1,3mm	11 m
Lehmputz „Thermo“ nach DIN 18947	20 kg
Glasseiden-Gittergewebe, MW 7 x 7mm, 105g/m ² , 100cm breit	1 m ²
Lehmfarbe nach DVL TM 06 als spritz- und streichfähige Fertigmischung (2x Anstrich)	1 kg
Lehm-Edelputz nach DVL TM 06 mit 2mm Auftragsstärke (optional)	3,5 kg

Schnittstellen

1. Unterkonstruktion	Gewerk
Protektor Metall-Deckenabhängung Montage Randdämmstreifen und Spanplatten	Trockenbauer, Baufirma, Zimmerei
2. Heiz/Kühltechnik-Ebene	Gewerk
Montage HochLeistungsLehm-Module und Lehm-Neutralplatten auf der Unterkonstruktion	Heizungsinstallateur i.d.R. mit Untervertrag an Trockenbauer, Baufirma, Zimmerei oder Trockenbauer, Baufirma, Zimmerei
Verlegung PB-Rohr und Heizkreise anschließen. Deckenföhler einbauen (optional)	Heizungsinstallateur
Raumthermostat montieren, Anschluss Deckenföhler, Verbindung zu den Stellmotoren mittels elektrischer Leiste	Elektriker
3. Oberflächenbeschichtung	Gewerk
Füllen der Module auf Plattenniveau mit Lehm oder Kalk, Gewebelage mit Lehm oder Kalk, fein gerieben (OF angelehnt an Q2), anstrichfertig oder nach Wunsch Finishputz mit Lehm oder Kalk (OF angelehnt an Q3), Lehmfarbe, 2 Anstriche auf Gewebelage	Lehmbauer, Stukkateur, Verputzer, Trockenbauer, Baufirma, Maler

20

Beschichtungen und Oberflächen

Varianten	Füllen der Hochleistungs- Lehmmodule auf Plattenniveau	Vollflächige Putzlage mit Gewebearmierung	Oberflächenabschluss
Standard-Kalk	Naturkalk HP 66-20	Naturkalk HP 66-20	Lehm-Rollputz fein
Kalk 02	Naturkalk HP 66-20	Naturkalk HP 66-20	Naturkalk-Glätte HP 66-K
Kalk 03	Naturkalk HP 66-20	Naturkalk HP 66-20	Naturkalk-Glätte HP 66-K mit Lehmfarbe
Standard-Lehm	Lehmputz Thermo	Lehmputz Thermo	Lehm-Rollputz fein
Lehm 02	Lehmputz Thermo	Lehmputz Thermo	Lehm-Finishputz
Lehm 03	Lehmputz Thermo	Lehmputz Thermo	Lehm-Finishputz mit Lehmfarbe

Anschluss an bestehende Heizungsanlagen

1. Regelstation mit 3- oder 4-Wege-Mischer und Pumpe.

Die Vorlauftemperatur der bestehenden Heizungsanlage wird mit Hilfe einer Regelstation auf die gewünschte Vorlauftemperatur (zirka 35°C) des ArgillaTherm Deckensystems reduziert. Die Pumpe sorgt für den notwendigen Druck und Volumenstrom. Die Heizkreislängen und Volumenströme sind in den Punkten „Auslegung Deckenheizung“ und „Auslegung Deckenkühlung“ beschrieben.

2. RTL-Regelbox mit Durchflussregulierung in Verbindung mit dem ArgillaTherm Raumthermostat

Der Fernfühler misst die Deckentemperatur und gibt diese Werte an den Raumthermostat weiter. Der Raumthermostat regelt den Stellantrieb in der RTL-Box (Produktempfehlung ist die Kombibox RTL-TH Basic von Simplex, Art.-Nr. F11836), welche im Rücklauf zu installieren ist. Da hier keine zusätzliche Pumpe zur Beförderung des Heizwassers eingesetzt wird, muss ein hydraulischer Abgleich mit der bestehenden Heizungsanlage durch Angleichen der Druckdifferenzen erfolgen.

Folgende Grundparameter sind anzuwenden:

maximale Heizkreislänge = 60m, Volumenstrom je Stunde = 0,9l je verlegten Laufmeter Rohr

Druckdifferenz im Heizkreis = 80mbar

