

# KÜHLEN UND HEIZEN MIT DECKENSYSTEMEN



## Richtlinie 15.12 Lehmdeckensysteme

**Inhalt:**

1.	Einleitung.....	3
2.	Einsatzgebiete von Lehmdeckensystemen .....	4
3.	Konstruktiver Aufbau.....	5
3.1	Nasssysteme .....	5
3.2	Trockenbausysteme in offener Modulbauweise .....	6
3.3	Trockenbausysteme in geschlossener Modulbauweise.....	7
3.4	Trockenbausysteme mit Lehmbauplatten .....	8
3.5	Dämmung.....	10
3.6	Anschlüsse an Bauteile.....	10
3.7	Dehnungsfugen .....	10
4.	Leistungswerte.....	11
5.	Raumakustik .....	11
6.	Hydraulische Einbindung .....	12
6.1	Zweileitersysteme .....	13
6.2	Vierleitersysteme .....	14
6.3	Anordnung und hydraulische Verschaltung.....	14
6.3.1	Zentrale Anordnung .....	14
6.3.2	Dezentrale Anordnung.....	15
6.3.3	Kleinverteiler / Verteilverrohrung.....	16
7.	Regelung .....	16
7.1	Winterfall / Heizen.....	16
7.2	Sommerfall / Kühlen .....	16
7.3	Taupunktüberwachung .....	17
8.	Planung .....	18
8.1	Grundlagenermittlung .....	18
8.2	Schnittstellenkoordination .....	18
8.3	Auslegungsbeispiel.....	19
8.3.1	Beispielrechnung Lehmdecke im Kühlfall.....	19
8.4	Ausschreibung.....	21
9.	Inbetriebnahme.....	22
10.	Abnahme .....	23
12.	Normen und Regelwerke .....	26
13.	Literaturhinweise.....	28
14.	BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter .....	29

## 1. Einleitung

Schon früh im Planungsprozess eines Neubaus oder einer umfassenden Modernisierung eines Objekts müssen sich Planer und Bauherren Gedanken über die geeignete Wärme-/Kälteerzeugung sowie die passenden Wärme-/Kälteverteilsysteme machen. Neben der fachgerechten Planung der Technik spielt auch der Aspekt der Behaglichkeit eine wesentliche Rolle im Entscheidungsprozess. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Wahl des zu verwendenden Materials, welche auf Grund von Nachhaltigkeitsbetrachtungen und Umweltschutzverpflichtungen immer mehr in den Fokus rückt.

Die Behaglichkeit ist ein starkes Argument für den Einsatz einer Kühl- und Heizdecke, denn sie schafft für den Menschen ein angenehm temperiertes, zugfreies und hygienisches Umfeld. In wissenschaftlichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit sehr stark von der Raumtemperatur abhängt. Kühl- und Heizdeckensysteme schaffen ein Raumklima, welches subjektiv das Wohlbefinden steigert und objektiv die Leistungsfähigkeit unterstützt.

Die Verwendung von Lehmbaustoffen ist ein nachhaltiges Motiv für den Schutz der Umwelt auf Grund ihrer Wiederverwendbarkeit, ihrer flächendeckenden Verfügbarkeit und ihrer nahezu emissionsfreien Fertigung.

Zudem wird das Raumklima entscheidend verbessert, da Lehmbaustoffe einen positiven Einfluss auf die Raumluftfeuchte haben, Schadstoffe und Gerüche aus der Luft binden und antiallergisch und antistatisch sind.

Zur Modernisierung des Gebäudebestandes eignet sich die Decke besonders gut, da eine Installation hier vergleichsweise schnell, einfach und kostengünstig erfolgen kann.

Der Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) gibt mit dieser Richtlinie **Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Lehmdeckensysteme** ein herstellernerutrales und technologieübergreifendes Basiswerk heraus und richtet sich an Fachkundige und Interessierte.

Der Lehm in Deutschland bietet auf Grund umfangreich bestehender Normen und Lehmregeln des Dachverbands Lehm e.V. baurechtliche Sicherheit in der Planung und Ausführung, was in diesem Umfang weltweit einzigartig ist.

Bedingt durch die Vielfalt aller baurelevanten Normen, energetischen Anforderungen und verfügbaren Systeme gibt es im Markt unterschiedliche Herangehensweisen der Hersteller und Akteure bei Planung und Auslegung. Der BVF hat sich zum Ziel gesetzt, im Sinne der Investoren und Nutzer der Räumlichkeiten den Weg zu korrekt dimensionierten Systemen aufzuweisen, die eine sehr wirtschaftliche Lösung in Verbindung mit hoher thermischer Behaglichkeit ergeben. Sie leisten einen wichtigen Beitrag für eine ressourcensparende und nachhaltige Kühl- und Heiztechnologie zur Erreichung der Klimaziele.

## 2. Einsatzgebiete von Lehmdeckensystemen

Lehmdeckensysteme in Trocken- oder Nassbauweise zeichnen sich vor allem durch ihre homogene und geschlossene Untersicht und der vielfältigen Oberflächengestaltungen aus. Sie lassen sich dadurch optimal in die Innenarchitektur von Gebäuden integrieren und erlauben so ein Höchstmaß an architektonischem Gestaltungsspielräumen.



Bild 1: Lehmdecke vor Oberflächenbeschichtung



Bild 2: Lehmdecke nach Oberflächenbeschichtung

Die Kühlleistungen liegen je nach Systemauswahl zwischen 45 und 100 W/m<sup>2</sup>, die Heizleistungen können auf bis zu 120 W/m<sup>2</sup> ausgelegt werden. Die Reaktionszeiten der Systeme mit thermischer Entkopplung zur Decke und in der Decklage eingebetteten Rohre sind sehr kurz, da sich die thermisch aktiven Rohre nah an der Deckenoberfläche befinden. Die Stärke der Deckschicht oberhalb der Rohre ist abhängig von den Vorgaben der Putzanbieter und liegt bei minimal 5 mm. Herstellerspezifisch ist die Rohrüberdeckung in der Regel 5-15mm.

Aus diesen Gründen sind geschlossene Lehmdeckensysteme hervorragend auch für die nachträgliche Installation im Gebäudebestand geeignet, insbesondere im Zuge der Umstellung von Heizungsanlagen auf Niedertemperatur und Wärmepumpe. Sie leisten damit einen hohen Beitrag zur Nutzung von Umweltenergie und zur Sektorkopplung im Gebäudebestand. Im Kontext der Recyclingfähigkeit von Gebäuden und der Wiederverwendbarkeit von Baustoffen (Cradle to Cradle) bieten Lehmbausysteme die perfekten Voraussetzungen. Beleuchtungen, Sicherheitseinrichtungen oder andere Einbauten lassen sich problemlos integrieren.

Oberflächen aus Lehm bieten keine akustische Regulierung, in Verbindung mit Akustiksystemen wie z.B. Ringabsorbern, die außerhalb der aktiven Fläche angeordnet sind, kann die Deckenfläche jedoch alle behaglichkeitsrelevanten Komponenten erfüllen. Hierzu zählen Kühlung, Heizung, Feuchteregulierung und Raumakustik. Eine geeignete Regelung ist ebenso wichtig für ein behagliches Raumklima und reduziert die Energieverbräuche.

Typische Einsatzbereiche sind:

- Wohnneubauten oder Sanierungen
- Büro- und Verwaltungsobjekte
- Hotels und Freizeiteinrichtungen
- Gebäude in Holzrahmen- oder Vollholzbauweise
- Kliniken, Altenheime und Gesundheitseinrichtungen
- Schulen und KITAs
- Gebäude mit sensiblem Inventar wie Museen, Bibliotheken, Mess- und Forschungszentren
- Fachwerkhäuser und historische Gebäude

Lehmbaudecken lassen sich in der Regel schnell und einfach montieren und erlauben auch vor Ort angepasste Lösungen. Sie sind bestens für den Betrieb in 2- oder 4-Leiter-Technik geeignet, da Lehmstoffe kein Problem mit sich schnell ändernden Systemtemperaturen haben.



### 3. Konstruktiver Aufbau

Der konstruktive Aufbau von Lehmdeckensystemen lässt sich grob in die Bereiche Unterkonstruktion, Kühl- / Heizsystem und Füll-Decklage / Oberflächenbeschichtung unterteilen, wobei bei einigen Systemen die Übergänge zwischen diesen Bereichen fließend sind, bzw. die gleichen Komponenten die Funktion mehrerer Bereiche übernehmen.

Deckenabhangkonstruktionen, überwiegend im Gewerbebau verwendet, werden mit den handelsüblichen Systemen realisiert. Auf Grund der höheren Gewichte, je nach Hersteller und Bauart bis zu 75 kg/m<sup>2</sup>, sollte eine entsprechende Typenstatik vorhanden sein. Informationen zu etwaiger Dämmung siehe Punkt 3.5.

#### 3.1 Nasssysteme

Nasssysteme können mit oder ohne Trockenbaukomponenten installiert werden.

Mit Trockenbaukomponenten ist der konstruktive Aufbau vergleichbar mit allgemein beschriebenen Bauplatten als Putzträger, auch mit mehrfach Funktion ohne spezielle Lehmanwendung. So sind zunächst die Trockenbaukomponenten nach Herstellerangaben zu befestigen.

Lehmputz kann auch direkt und ohne Trockenbauplatten mit einem Heizkühlsystem kombiniert und verarbeitet werden. Dieser Aufbau ist demnach für niedrige Räume besonders geeignet. Die Befestigung der Rohre bzw. Rohrsysteme direkt an der Rohdecke bzw. den Bauplatten erfolgt unabhängig von der Putzstärke nach Herstellerangaben und richtet sich nach der Beschaffenheit der Rohdecke sowie nach dem Gesamtgewicht des Rohrsystems. In vielen Fällen, z.B. an Betondecken, werden PutzPins für die Befestigung verwendet.



*Bild 3: mit PutzPins befestigt*

Insbesondere im Altbau mit ganz unterschiedlicher Beschaffenheit der Rohdecke, eignen sich besonders flache und leichte Rohrsysteme wie z.B. Kapillarrohrregister. Sie können flexibel die gewünschte Belegungsquote und die Planung anderer Gewerke z.B. die Lichtplanung berücksichtigen.



Bild 4: Kapillarrohrmatten mit Haltebänder angeschraubt

Der Putz wird dann in der gewünschten bzw. geforderten Stärke maschinell oder manuell aufgebracht. In der Regel dient ein Putzgitter als Hilfe für die gleichmäßige und stabile Aufbringung des Lehmputzes. Eine Auswahl an Putzgittern wird von den Putzherstellern zur Verfügung gestellt. Zu beachten sind bei der Verarbeitung des Lehmputzes die Allgemeinen Regeln des Dachverbandes Lehm e.V..

### 3.2 Trockenbausysteme in offener Modulbauweise

Trockenbausysteme in offener Modulbauweise bestehen aus Lehm-Modulen mit einseitig eingepprägter Rillenstruktur. Durch Aneinanderfügen der Module entsteht eine Endlosmatrix, in der die Kühl- / Heizrohre individuell und kupplungsfrei bis zum Verteiler bzw. Übergabepunkt eingelegt werden. Verbindungselemente sind nicht erforderlich. Die offene Modulbauweise gewährleistet Belegungsquoten > 90%. Rest- bzw. Freiflächen werden mit neutralen Lehm- oder Kalkbauplatten gleicher Stärke belegt.

Nach Einlage der Kühl- / Heizrohre wird die Rillenstruktur mit Lehm oder Kalk verfüllt und anschließend eine 5-7mm starke Deckputzlage mit vollflächigem Armierungsgewebe im gleichen Material aufgebracht. Je nach Nutzung oder ästhetischen Vorgaben erfolgt die Oberflächenbeschichtung gemäß gewünschten Qualitätsstufen wie Q3-Oberflächen mit Lehm-Feinputz oder Kalkspachtel oder Q2-Oberflächen mit Lehm- oder Mineralfarbe. In Gebäuden mit erhöhten Hygieneanforderungen (Kliniken, Krankenhäuser, etc.) werden spezielle kapillaraktive Kalkputze verwendet, da hier in der Regel abwaschbare Oberflächen gefordert werden.

Alle Lehmputzarbeiten sind nach den Maßgaben der "Lehmbau Regeln" des Dachverband Lehm e.V. und DIN 18550-2 (01-2018) "Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 (09-2016) für Innenputze" auszuführen. Während der Trocknung ist für eine gute Belüftung und ausreichend Temperatur (> 10°C) im Raum zu sorgen.

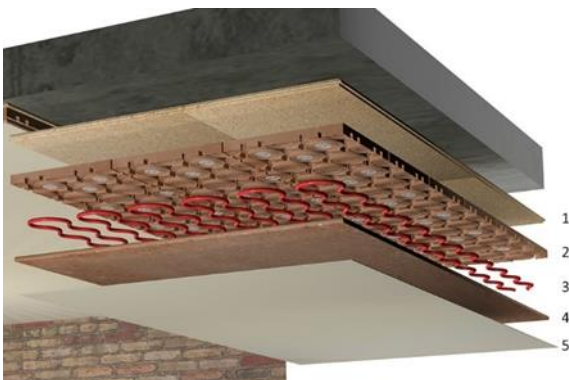


Bild 5: Konstruktionsaufbau  
1. Unterkonstruktion, bestehend aus OSB/ESB-Spanplatten



Bild 6: Deckenabhangkonstruktion bestehend aus

- oder Vollholzdecken
- 2. Lehm-Module mit eingepprägter Rillenstruktur
- 3. Heiz/Kühlrohr, Sauerstoffdicht nach DIN 4726
- 4. Füll- und Decklage aus Lehm oder Kalk
- 5. Oberflächenbeschichtung mit Lehm- oder Mineralfarbe

- Nonius-Verbindern zur Deckenbefestigung
- CD Grund- und Tragprofilen
- CD Kreuz- und Längsverbindern
- Wandanschlussprofilen

Die Montage der Lehm-Module erfolgt immer an einer flächigen Unterkonstruktion, entweder Vollholzdecken oder OSB/ESB-Spanplatten. In Objekten mit erhöhten Brandschutzanforderungen werden an Stelle der Spanplatten zementgebundene Faserplatten eingesetzt. Die Span- bzw. Faserplatten können an den Decken direkt oder an geeigneten Deckenabhangkonstruktionen befestigt werden.

Die Kühl-/Heiztechnik von Trockenbausystemen in offener Modulbauweise besteht aus Metallverbund- oder sauerstoffdichten Kunststoff- oder Kupferrohren, welche sich generell im Lehm oder Kalk eingebettet und dem Raum zugewandt, sehr nah an der Oberfläche, befinden. Die Reaktionszeiten sind sehr kurz.

Die Durchströmung erfolgt überwiegend turbulent. Als oberer Grenzwert für den Druckverlust werden ohne Regelventile und Versorgungsleitungen etwa 25 kPa vorgegeben.

### 3.3 Trockenbausysteme in geschlossener Modulbauweise

Trockenbausysteme in geschlossener Modulbauweise bestehen aus Lehm-Modulen mit werkseitig eingelegten Rohren. Je nach Hersteller werden unterschiedliche Größen und Bauarten angeboten. Die Module können in unterschiedlichster Art und Weise miteinander verschaltet werden, gängig sind Serien-, Reihen- oder Tichelmann-Schaltungen. Die Verbindungen werden je nach Art des verwendeten Rohres durch Löten, Schweißen, Pressen oder Stecken hergestellt. Rest- bzw. Freiflächen werden mit gleichstarken Lehmbauplatten belegt.

Nach Anbringung der Module werden die Rohranbindetrassen mit Lehm oder Kalk verfüllt und anschließend eine 5-7mm starke Deckputzlage mit vollflächigem Armierungsgewebe im gleichen Material aufgebracht. Je nach Nutzung oder ästhetischen Vorgaben erfolgt die Oberflächenbeschichtung gemäß gewünschten Qualitätsstufen wie Q3-Oberflächen mit Lehm-Feinputz oder Kalkspachtel oder Q2-Oberflächen mit Lehm- oder Mineralfarbe. In Gebäuden mit erhöhten Hygieneanforderungen (Kliniken, Krankenhäuser, etc.) werden spezielle kapillaraktive Kalkputze verwendet, da hier in der Regel abwaschbare Oberflächen gefordert werden.

Alle Lehmputzarbeiten sind nach den Maßgaben der "Lehmbau Regeln" des Dachverband Lehm e.V. und DIN 18550-2 (01-2018) "Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 (09-2016) für Innenputze" auszuführen. Während der Trocknung ist für eine gute Belüftung und ausreichend Temperatur (> 10°C) im Raum zu sorgen.



Bild 7: Lehm-Modul-Platten

1. Unterkonstruktion, bestehend aus OSB/ESB-Spanplatten, Vollholzdecken oder Profile der Abhangkonstruktion
2. Lehm-Module mit werkseitig eingelegten Rohren
3. Heiz/Kühlrohr, Sauerstoffdicht nach DIN 4726
4. Füll- und Decklage aus Lehm oder Kalk



Bild 8:

- Deckenabhangkonstruktion bestehend aus:
- Nonius-Verbindern zur Deckenbefestigung
  - CD Grund- und Tragprofilen
  - CD Kreuz- und Längsverbindern
  - Wandanschlussprofilen

#### 5. Oberflächenbeschichtung mit Lehm- oder Mineralfarbe

Die Montage der Lehm-Module erfolgt entweder direkt an den Profilen der Deckenabhangkonstruktion oder an einer flächigen Holz-Unterkonstruktion. Holz-Unterkonstruktionen sind Vollholzdecken oder OSB/ESB-Spanplatten. In Objekten mit erhöhten Brandschutzanforderungen werden an Stelle der Spanplatten zementgebundene Faserplatten eingesetzt. Die Span- bzw. Faserplatten können an den Decken direkt oder an geeigneten Deckenabhangkonstruktionen befestigt werden.

Werden die Lehm-Module direkt an die Unterkonstruktion geschraubt, so sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten und die Unterkonstruktion auf die Plattenmaße bzw. auf die notwendigen Befestigungspunkte abzustimmen. In der Regel wird ein Rastermaß von 31,25 cm gefordert.

Die Kühl-/Heiztechnik von Trockenbausystemen in geschlossener Modulbauweise besteht aus Metallverbund-, sauerstoffdichten Kunststoff- oder Kupferrohren, welche sich generell im Lehm oder Kalk eingebettet und dem Raum zugewandt, sehr nah an der Oberfläche, befinden. Die Reaktionszeiten sind sehr kurz.

Die Durchströmung erfolgt überwiegend turbulent. Als oberen Grenzwert für den Druckverlust werden ohne Regelventile und Versorgungsleitungen etwa 25 kPa vorgegeben.

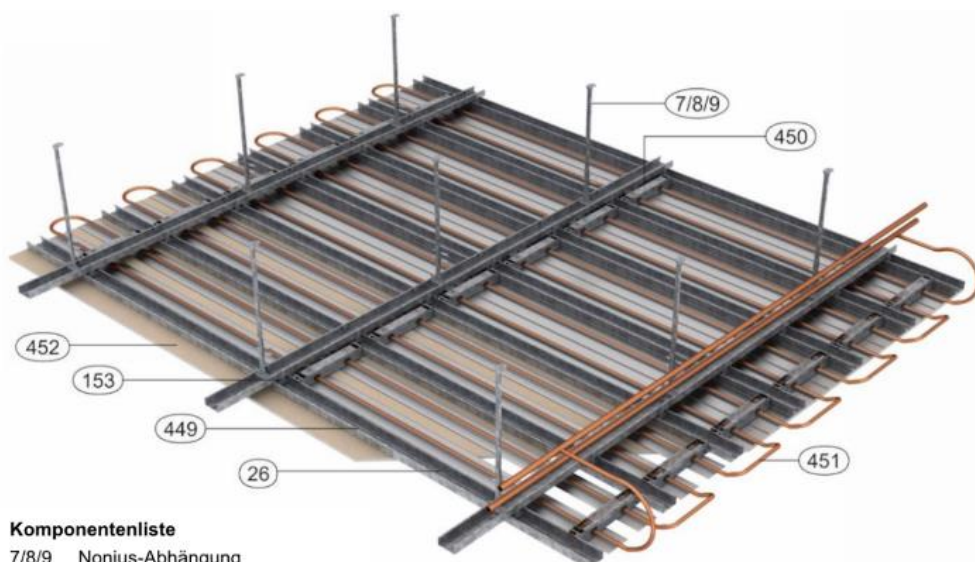
### 3.4 Trockenbausysteme mit Lehmbauplatten

Trockenbausysteme mit Lehmbauplatten besitzen eine Unterkonstruktion mit integrierter Kühl-/Heiztechnik, identisch zu den Systemen mit Gipskartonplatten. Die Rohdichte der Lehmbauplatten sollte aus thermischen Gründen nicht unter 1.400 kg/m<sup>3</sup> liegen. Auf Grund der höheren Gewichte ist die Tragfähigkeit der Unterkonstruktion zu prüfen.

Die Kühl-/Heiztechnik besteht aus Metallrohren, Kunststoffrohren oder Kupferrohrregistern, die auf unterschiedliche Weise thermisch leitend mit der Decklage, bestehend aus Lehmbauplatten, verbunden werden können:

- Kühl- und Heizelemente oberhalb der Decklage mit Wärmeleitelementen zwischen einer Standard-Unterkonstruktion, durch Eigengewicht oder spezielle Fixierelemente thermisch leitend verbunden
- Kühl- und Heizelemente oberhalb der Decklage, die direkt aufliegen, durch Eigengewicht oder spezielle Fixierelemente thermisch leitend verbunden
- Kühl- und Heizelemente oberhalb der Decklage mit Wärmeleitelementen, die zudem auch einen Teil der Unterkonstruktion darstellen, durch verschrauben thermisch leitend verbunden





#### Komponentenliste

7/8/9	Nonius-Abhängung
26	CD-Profil
153	Ankerwinkel
449	Heiz-/Kühlregister
450	Querriegel
451	Cu-Verbindungsbogen
452	Beplankung / Deckenbekleidung

Bild 9: Komponentenliste

Je nach System erfolgt die hydraulische Verbindung und Anbindung auf unterschiedliche Art und Weise. Kühl- und Heizsysteme aus Metallrohren wie Kupfer oder Edelstahl werden durch Löt- oder Pressen unlösbar miteinander verbunden und über eine Verteilverrohrung oder Unterverteiler an die Versorgungsleitungen angeschlossen. Bei Kühl- und Heizsystemen aus Kunststoffrohren erfolgt die hydraulische Verschaltung durch Pressen, Stecken oder Schweißen.

Bei allen Systemen ist darauf zu achten, dass die hydraulische Verschaltung zu einer für das jeweilige System geeignete Betriebsweise führt (z.B. turbulente oder laminare Durchströmung des Elements). Als oberen Grenzwert für den Druckverlust werden für das Kühl-/Heizsystem ohne Regelventile und Versorgungsleitungen etwa 25 kPa vorgegeben.

Die Lehmbauplatten werden gemäß Herstellerangaben an die Unterkonstruktion geschraubt. Die Unterkonstruktion zur Aufnahme der Kühl- und Heizdeckenkonstruktion ist auf die Plattenmaße bzw. auf die notwendigen Befestigungspunkte abzustimmen.

In der Regel wird ein Rastermaß von 31,25 cm gefordert. Wichtig ist der direkte flächige Kontakt zwischen den Kühl-/ Heizregistern und den montierten Lehmbauplatten.

Nach vollständiger Beplankung mit Lehmbauplatten ist anschließend eine 5-7mm starke Deckputzlage aus Lehm oder Kalk mit vollflächigem Armierungsgewebe aufzubringen. Je nach Nutzung oder ästhetischen Vorgaben erfolgt die Oberflächenbeschichtung gemäß gewünschten Qualitätsstufen wie Q3-Oberflächen mit Lehm-Feinputz oder Kalkspachtel oder Q2-Oberflächen mit Lehm- oder Mineralfarbe. In Gebäuden mit erhöhten Hygieneanforderungen (Kliniken, Krankenhäuser, etc.) werden spezielle kapillaraktive Kalkputze verwendet, da hier in der Regel abwaschbare Oberflächen gefordert werden.

Alle Lehmputzarbeiten sind nach den Maßgaben der "Lehmbau Regeln" des Dachverband Lehm e.V. und DIN 18550-2 (01-2018) "Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 (09-2016) für Innenputze" auszuführen. Während der Trocknung ist für eine gute Belüftung und ausreichend Temperatur (> 10°C) im Raum zu sorgen.

### 3.5 Dämmung

Ob eine Dämmung oberhalb der Kühl- und Heizdecken vorzusehen ist oder nicht, ist von den individuellen Gebäude- und Anlagenanforderungen abhängig.

Bei Neubauten ist in der Regel das über der Kühl- und Heizdecke liegende Geschoss im Fußboden gedämmt, das Kühl-Heizsystem muss nicht mit einer Dämmschicht bedeckt werden.

Bei nachträglichem Einbau in Bestandsgebäude ist jedoch stets zu prüfen, ob das Kühl- und Heizregister nach oben an einen ungedämmten Fußboden oder an eine ungedämmte Dachfläche grenzt. Um eine unerwünschte Leistungsabgabe / Verluste an die darüber liegenden Räume zu vermeiden, kann eine Dämmauflage entweder direkt auf dem Heizkühlregister aufgelegt oder an der Rohdecke befestigt werden.

Weiterhin ist eine Dämmung der Deckenoberseite erforderlich, wenn eine Ablufführung über den Deckenhohlraum erfolgt.

### 3.6 Anschlüsse an Bauteile

Der Anschluss von Lehmdeckensystemen an Wände oder andere senkrecht begrenzende Bauteile soll beweglich erfolgen, um Materialausdehnung aufnehmen zu können und Spannungen in der Fläche aufgrund von Gebäudebewegungen zu vermeiden. Idealerweise wird ein umlaufender Randdämmstreifen aus Mineral- oder Holzfasern angebracht und putzseitig eine Schattenfuge vorgesehen. Schattenfugen werden in der Regel durch einen Kellenschnitt oder durch Verwendung von Abrissbändern oder geeigneten Putzprofilen hergestellt.

### 3.7 Dehnungsfugen

Bei Lehmdeckensystemen sind auf Grund der Ausdehnung laut Angaben der Hersteller entsprechende Dehnungsfugen vorzusehen. Hierzu sind sowohl Unterkonstruktion als auch Decklage voneinander zu trennen, ein ausreichend großer Abstand herzustellen und der offene Spalt ggf. durch eine geeignete Abdeckung zu verschließen.

Folgende Angaben zu maximalen Feldgrößen und Längen sind beispielhaft Herstellerunterlagen entnommen:

Anwendungsbereich	maximale Fläche:	maximale Länge:
Heizen und Kühlen	100 m <sup>2</sup>	10 m

Bei wesentlich eingeengten Deckenflächen wie z.B. Einschnürungen durch Wandvorsprünge sind weitere Dehnungsfugen anzuordnen. Bauteilfugen (Gebäudedehnfugen) sind generell zu übernehmen. Die Vorgaben des verwendeten Produktherstellers sind in jedem Fall vorrangig zu behandeln.

## 4. Leistungswerte

Leistungsspektrum und Leistungsermittlung nach Systemart

Die Kühl- bzw. Heizleistungen von Deckensystemen mit Lehmbaustoffen sind im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Konstruktiver Aufbau des Deckensystems
- Materialeigenschaften der Deckenbekleidung
- Dicke der Deckenbekleidung
- Material der Kühl- bzw. Heizelemente
- Temperaturdifferenz  $\Delta\theta = |\theta_R - (\theta_{VL} + \theta_{RL})/2|$  mit
- Operativer Raumtemperatur  $\theta_R$
- Vorlauftemperatur  $\theta_{VL}$
- Rücklauftemperatur  $\theta_{RL}$
- Aktiver Anteil der Deckenfläche

Die folgende Auflistung gibt eine Übersicht erreichbarer Leistungen für Deckensysteme mit Lehmbaustoffen.

**Spezifische Kühl – und Heizleistungen bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240 bzw. spezifische Heizleistungen nach DIN EN 14037 sowie DIN EN 1264:**

Systemart	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 8\text{ K}$	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$	Heizleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$	Heizleistung bei $\Delta\theta = 15\text{ K}$
Lehmbaudecken	Ca. 45 – 80 W/m <sup>2</sup> aktiv	Ca. 55 – 100 W/m <sup>2</sup> aktiv	ca. 40 – 60 W/m <sup>2</sup> aktiv	ca. 60 – 90 W/m <sup>2</sup> aktiv

Um die Leistungen unterschiedlicher Deckensysteme vergleichen zu können, müssen labortechnische Leistungsprüfungen gemäß DIN EN 14240:2004 für die Kühlleistung und DIN EN 14037-1:2016-12 für die Heizleistung in einem Prüflaboratorium durchgeführt werden. Für flächenintegrierte Systeme gilt entsprechend die DIN EN 1264.

Diese europäischen Normen legen Prüfverfahren zur Bestimmung der Kühlleistungen und Heizleistungen von Deckensystemen fest.

Ziel dieser Normen ist es, vergleichbare und reproduzierbare Produktkennwerte zur Verfügung zu stellen.

Die von den Herstellern genannten Leistungen sollten sich aus Gründen objektiver Vergleichbarkeit grundsätzlich auf die gemessenen Normleistungen beziehen. In jedem Fall ist eindeutig kenntlich zu machen, bei welchen Auslegungstemperaturen die genannten Leistungswerte erreicht werden.

**Der BVF empfiehlt für die Vergleichbarkeit von Leistungen unterschiedlicher Systeme die Normkühlleistung nach DIN EN 14240, bzw. Normheizleistung nach DIN EN 14037 zu Grunde zu legen. Grundsätzlich sind von den Normen abweichende Leistungsangaben kritisch zu betrachten. Hierzu verweisen wir auf die Richtlinie 15.2.**

## 5. Raumakustik

Im Hinblick auf die Auswirkungen der architektonischen Trends hin zu glatten und schallharten Flächen wie Sichtbeton, Glas und puristischen Einrichtungen ist das Wissen um die Notwendigkeit der Raumakustik von großer Bedeutung.

Oberflächen aus Lehm oder Kalk haben keine nennenswerte Auswirkung auf die Raumakustik. Zusätzliche akustische Konstruktionen sind leicht ergänzbar und bei der Auslegung der Kühl- und Heizleistung zu berücksichtigen.

## 6. Hydraulische Einbindung

In den vergangenen Jahren haben die Heizlasten von Gebäuden abgenommen, gleichzeitig sind die Kühllasten gestiegen und damit auch die Anforderungen an die TGA. Hydraulische Kühl- und Heizsysteme können zu jeder Jahreszeit für Behaglichkeit sorgen. Dazu stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Eine zentrale Umschaltung ermöglicht den Heiz- oder Kühlbetrieb mit demselben System (Zweileitersystem). Aber auch das zeitgleiche individuelle Heizen und Kühlen einzelner Räume oder Nutzungseinheiten ist denkbar (Vierleitersystem).

Welches Konzept auch immer zum Einsatz kommt, wichtig ist in allen Fällen eine optimale Regelung der Raumtemperatur sowie der hydraulische Abgleich des Systems. Dies wird mit richtig ausgewählten bzw. dimensionierten Regelventilen und voreinstellbaren Einreguliertventilen erreicht. Auch sind kombinierte Einregulier- und Regelventile verfügbar.

In Form einer Gruppenregelung für mehrere Räume kann eine Differenzdruckregelung vorgeschaltet werden. Diese sorgt für gute Regelbedingungen auch im Teillastbetrieb. Ideal sind druckunabhängige Einregulier- und Regelventile (PICV). Dank der integrierten Differenzdruckregelung wird unter allen Arbeitsbedingungen eine stabile und präzise Temperaturregelung erreicht. Selbst wenn das Regelventil komplett geöffnet ist, wird der Durchfluss auf den eingestellten Wert begrenzt und ein ideales hydraulisches Gleichgewicht erzielt.

Ausführlichere Hinweise zur Hydraulischen Einbindung können **der BVF-Richtlinie 15.9 Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Hydraulik und Regelung** entnommen werden.



## 6.1 Zweileitersysteme

Bei Zweileitersystemen erfolgt die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen zentral über ein Umschaltventil. Hierbei kann das komplette Gebäude entweder nur geheizt oder gekühlt werden.

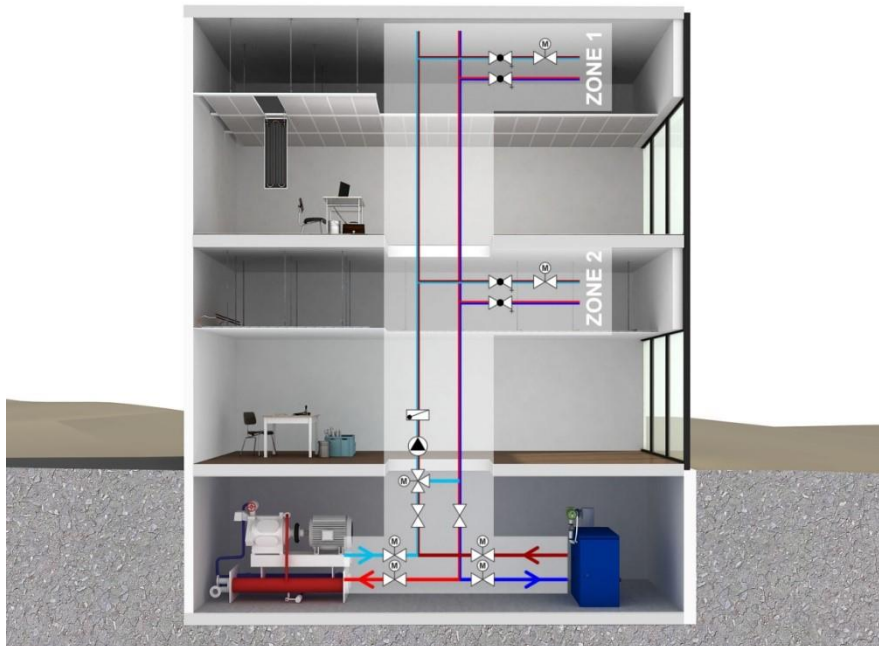


Bild 10: 2-Leitersystem

- Zentrale Umschaltung der Betriebszustände
- es kann je Umschaltbereich nur entweder geheizt oder gekühlt werden
- wirtschaftliche Lösung für Heiz- und Kühlbetrieb
- Geringer Installationsaufwand

## 6.2 Vierleitersysteme

Bei Vierleitersystemen sind jeder Regelzone Einregel- und Regelventile jeweils zum Kühlen und zum Heizen zugeordnet. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt je Regelzone über die Regelventile, so dass jede einzelne Regelzone entweder geheizt oder gekühlt werden kann.

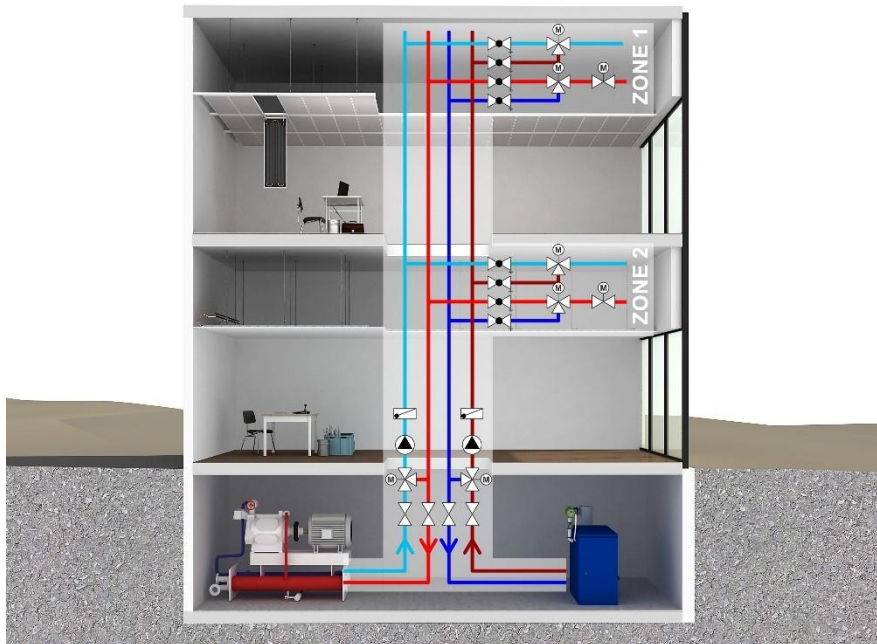


Bild 11: 4-Leitersystem

- Umschaltung zwischen Heizen und Kühlen für jeden Raum
- Jeder Raum kann unabhängig voneinander geheizt oder gekühlt werden
- komfortable Lösung für Heiz- und Kühlbetrieb
- Mehr Installationsaufwand

## 6.3 Anordnung und hydraulische Verschaltung

Die Regel- und Reguliereinrichtungen können sowohl dezentral innerhalb oder in der Nähe der zu regelnden Zonen angeordnet werden, oder auch zentral z.B. gesammelt in einem Technikraum als Verteiler platziert werden.

### 6.3.1 Zentrale Anordnung

Bei der zentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen zentral z.B. als Verteiler in einem Technikraum angeordnet. Hierbei können alle Regel- und Reguliereinrichtungen an einer Stelle bedient und angeschlossen werden. Außerdem kann bei dieser Variante auf Revisionsöffnungen für die Regeleinrichtungen verzichtet werden. Der Verrohrungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist jedoch vergleichsweise hoch.

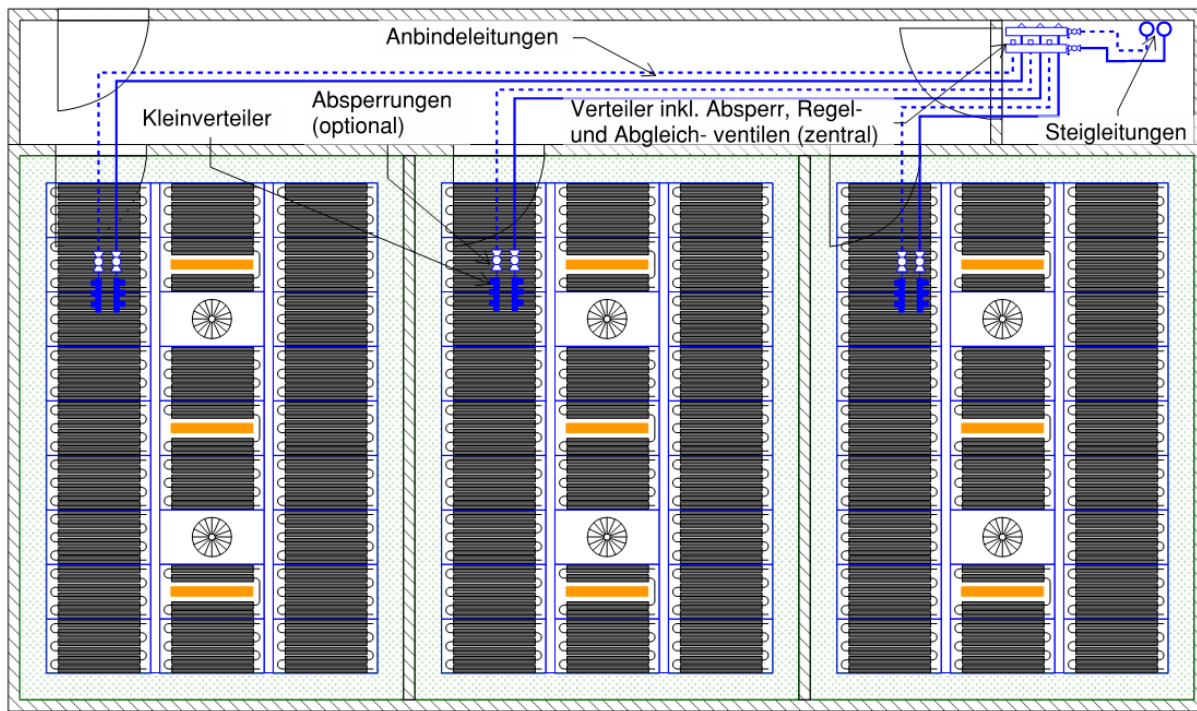


Bild 12: Zentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

### 6.3.2 Dezentrale Anordnung

Bei der dezentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen dezentral innerhalb oder in der Nähe der jeweiligen Regelzone angeordnet. Bei nicht reversiblen Decken sind an diesen Stellen Revisionsöffnungen erforderlich. Der Verrohrungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist deutlich geringer als bei der zentralen Variante.

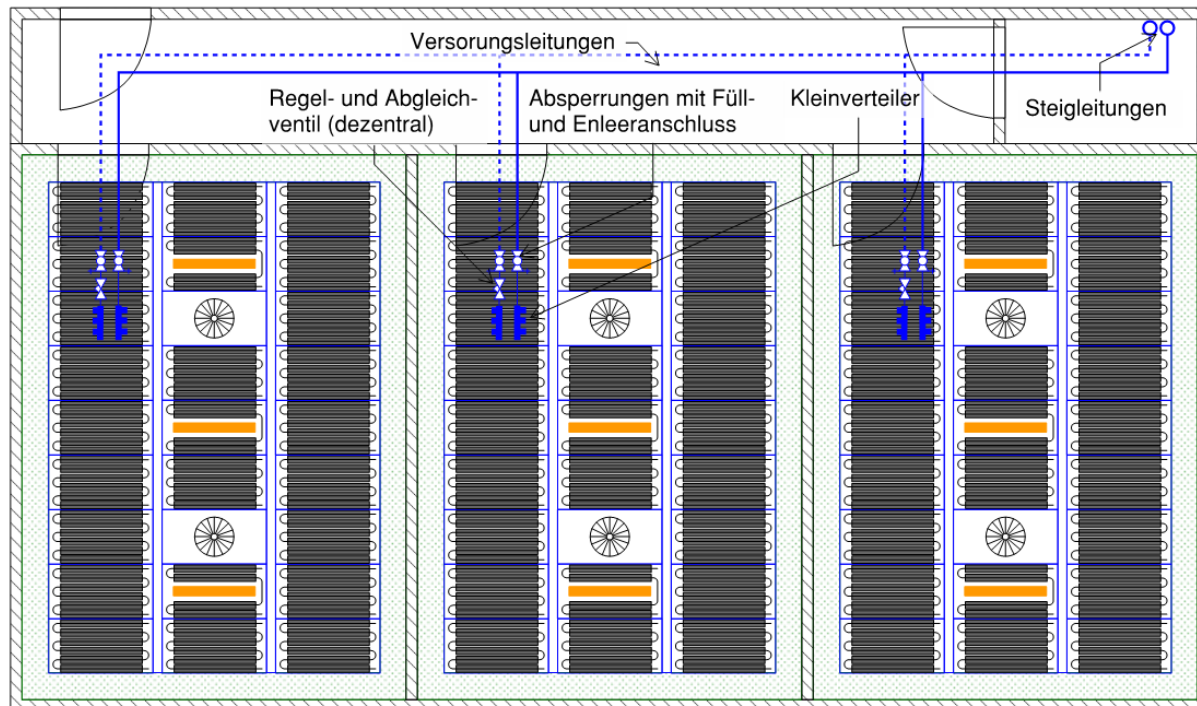


Bild 13: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

### 6.3.3 Kleinverteiler / Verteilverrohrung

Weiterhin kann der hydraulische Anschluss der einzelnen Kühldeckenelemente über Kleinverteiler, wie in den vorangegangenen Beispielen dargestellt, oder über eine Verteilverrohrung (z.B. im Tichelmannsystem) erfolgen. Im nachfolgenden Bild ist die dezentrale Anordnung der Regeleinrichtungen in Kombination mit einer Verteilverrohrung im Tichelmannsystem innerhalb der Kühldeckenfläche dargestellt.

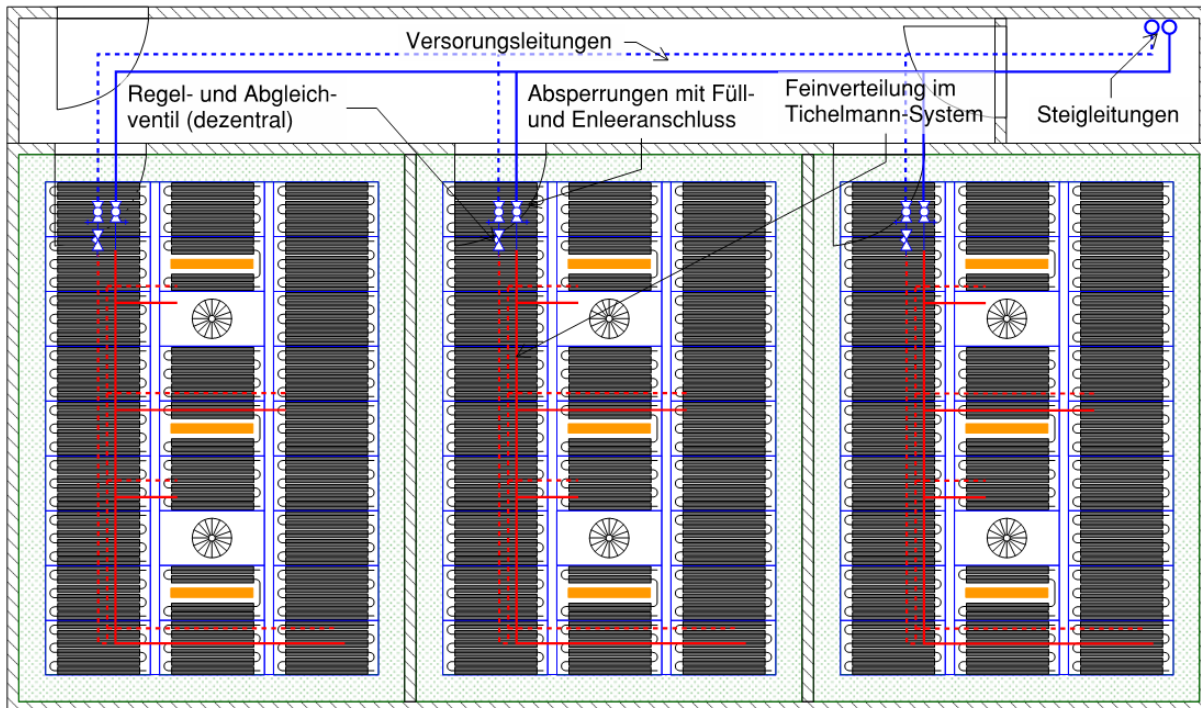


Bild 14: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Verteilverrohrung (Tichelmann)

## 7. Regelung

Bei der Regelung von Kühl- und Heizdecken wird der Winterfall und der Sommerfall unterschiedlich betrachtet.

### 7.1 Winterfall / Heizen

Im Winter, bei der Funktion als Deckenheizung, wird i.d.R. zentral die Vorlauftemperatur geregelt. Dazu wird durch die zentrale Regelung (MSR) in Abhängigkeit der Außentemperatur die Vorlauftemperatur variabel bestimmt. Die Behaglichkeitskriterien sollten dabei berücksichtigt und eine zu hohe Deckenoberflächentemperatur vermieden werden.

Im jeweiligen Raum sorgt ein Einzelraumregler (Controller, Raumbediengerät...) je nach Bedarf für die Anpassung des Heizbedarfs durch Steuerung des Stellantriebes auf dem Regelventil.

### 7.2 Sommerfall / Kühlen

Im Sommer, bei der Funktion als Kühldecke, sind einige Besonderheiten zu beachten, die sich aus der notwendigen Berücksichtigung des Taupunktes und der Feuchte im Raum ergeben. Es muss technisch ausgeschlossen werden, dass es zu Kondensation an der Decke oder im Zwischendeckenbereich kommt.



Dazu wird i.d.R. die Kühlwasservorlauftemperatur zentral nach der Außentemperatur und abhängig der Raumfeuchte geregelt.

### 7.3 Taupunktüberwachung

Lehmdeckensysteme sind bestens zur Raumkühlung in Gebäuden mit mechanischer Luftentfeuchtung und unter bestimmten Voraussetzungen auch in Gebäuden ohne mechanischer Luftentfeuchtung geeignet.

Deckensysteme aus Lehmbaustoffen zeichnen sich durch ihr sehr hohes Speichervermögen aus. Durch ihr schnelles Aufnahme- und Abgangsvermögens von Feuchtigkeit wird dem naturbedingten Ansteigen der Raumlufffeuchte beim Absenken der Raumtemperatur positiv entgegenwirkt, bzw. können diesen ungewollten Nebeneffekt je nach Konstruktionsart und Herstellerangaben vollständig kompensieren. Wie gut und wie viel Feuchtigkeit aufgenommen und verarbeitet werden kann, liegt generell am Anteil der saugfähigen Tonminerale im verwendeten Lehmbaustoff.

Bei besonderen Anforderungen sind detaillierte Betrachtungen der Feuchteaufnahme möglich.

Dabei sind zwei Führungsgrößen für die Aufnahme und Transport von Feuchtigkeit entscheidend:

- der Wasseraufnahmekoeffizient (A-Wert)
- der Wasserdampfdiffusionswiderstand ( $\mu$ -Wert)

Um belastbare Aussagen treffen oder Simulationen mit geeigneten Programmen wie z.B. WUFI vom Fraunhofer-Institut oder DELPHIN von der TU Dresden durchführen zu können, sind folgende Bestimmungen erforderlich:

- Wasseraufnahmekoeffizienten nach DIN EN ISO 15148
- Wasserdampfdiffusionswiderstand nach DIN EN ISO 12572
- Hygroskopische Sorptionseigenschaften nach DIN EN ISO 12571

Simulationsprogramme können mit den ermittelten Werten und durch Einbeziehung der äußeren Bedingungen, der Systemtemperaturen und der internen Einflüsse wie z.B. Feuchtequellen, Luftwechselraten das Feuchteverhalten im Raum belastbar simulieren. Ermittlungen des maximalen Feuchtespeichers vom eingesetzten Lehmbaustoff sind Grundlage für die Bestimmung der Kühlintervalllängen.

Auf Grund der hygroskopischen Eigenschaft von Lehmbaustoffen kann die Kühlwasservorlauftemperatur je nach System für einen gewissen Zeitraum auch unterhalb der Taupunkttemperatur liegen. Sollte es doch zu einer Tauwasserbildung an der Oberfläche kommen, so wird die Feuchtigkeit vom Lehm aufgesaugt und bei abfallender Raumlufffeuchte, sprich nach Beendigung des Kühlbetriebs oder durch Anhebung der Vorlauftemperatur, wieder in den Raum abgegeben.

#### Technische Einrichtungen:

Der Einsatz von Feuchte- oder Taupunktsensoren im Raum ist vorzusehen.

Durch Fensteröffnung im Sommer besteht die Gefahr, dass feuchte Außenluft im größeren Umfang in den Raum eindringt, nicht schnell genug aufgenommen werden kann und an der Decke kondensiert. Um dies zu vermeiden, können zusätzlich Fensterkontakte in die Einzelraumregelung integriert werden, die bei geöffnetem Fenster den Kühlwasserdurchfluss unterbrechen bzw. die Vorlauftemperatur taupunktgeführt anheben.

## 8. Planung

### 8.1 Grundlagenermittlung

Die Heizlastberechnung ist nach DIN EN 12831, die Kühllastberechnung nach VDI 2078 durchzuführen. Des Weiteren resultieren weitere Anforderungen an Kühl- und Heizdeckensysteme mit Lehmbaustoffen ausfolgenden Bereichen:

- Raumgeometrie/-höhe
- Verfügbare bzw. erforderliche Abhanghöhe
- Gewünschte Deckenoberfläche (Material, Farbe, Optik)
- Anforderungen an die Schallabsorption
- Beleuchtungs- und Elektroplanung
- Sprinklerplanung
- Lüftungsplanung und Lüftungskonzept
- Anforderungen an die Taupunktvermeidung
- Anforderungen von / an die Regelungstechnik
- Abgehängte Objekte / weitere Einbauten
- Thermische Verluste (zum Folgegeschoss; durch Abluft)
- Brandschutzanforderungen
- Nachhaltigkeitsanforderungen
- Beachtung der aktuellen Fördermöglichkeiten (z.B. BEG, KfW)
- Vorhandener bzw. geplanter Deckenaufbau (Statik, zulässige Gewichte, Befestigungsmöglichkeiten)
- Anforderungen vom / an den Wärmeerzeuger
- Anforderungen vom / an den Kälteerzeuger
- Anforderungen der / an die hydraulische Anlage
- Möglichkeiten der Einbindung von Wärmepumpen, Solarthermie, Geothermie, freie Rückkühlung, Prozesswärme und Abwärme prüfen
- Innere Wärmelasten, Nutzungsintervalle und Anforderungen an die Reaktionszeit/Speicherfähigkeit

Der BVF empfiehlt, die o.g. Anforderungen in einem Lastenheft festzuhalten, da diese die Grundlage einer fachgerechten Planung sind.

### 8.2 Schnittstellenkoordination

Bei der Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen mit Lehmbaustoffen sind vielfältige Schnittstellen zu anderen Gewerken zu berücksichtigen. Besonders zu beachten sind die Schnittstellen zu folgenden Gewerken/Bauteilen:

- Heizungs-/ Kälteanlage
- Hydraulische Anbindung
- Regelungstechnik
- Trockenbau
- Beleuchtung, Lüftung, Sprinkler, Melder, Lautsprecher etc.
- Rohbau/Innenausbau
- Kollisionsprüfung

Hierzu verweisen wir auf die **Schnittstellenkoordination-Neubau des BVF**.

## 8.3 Auslegungsbeispiel

### 8.3.1 Beispielrechnung Lehmdecke im Kühlfall

Objektdaten, Systemvorgaben und Betriebsparameter:

- Patientenzimmer in einem Bettenhaus einer Klinik
- 25 m<sup>2</sup> (5,5 x 4,55m) Fläche und 3,00 m Höhe  $\triangleq$  75 m<sup>3</sup> Raumvolumen
- 4 m<sup>2</sup> Fensterfläche, g-Wert 0,45, südliche Ausrichtung mit Lamellenverschattung außenliegend
- 2 Personen im Raum  $\triangleq$  50 g/h Feuchte  $\triangleq$  0,67 g/m<sup>3</sup>/h interne Feuchtequellen
- Zentrale Zwangsbelüftung ohne mechanische Luftentfeuchtung, Luftwechselrate 1,0
- Kühllast nach VDI 2078: 1.300 Watt (52 Watt/m<sup>2</sup>)
- Angestrebte maximale Raumtemperatur: 26°C
- Oberflächenanforderung Kühldecke: 1x im Jahr feucht abwischbar

Die Raumhöhe Oberkante fertiger Fußbodenaufbau bis zur Rohbaudecke beträgt 3,50 m. Bauseits wurde eine Deckenabhangkonstruktion in Metall-Leichtbauweise gefordert. Der Zwischendeckenbereich war als Installations-/Anbindeebene für die Gewerke Lüftung, Springler, Elektro, Kommunikation, Versorgung, Wasser und Abwasser zu nutzen. Die Beleuchtung erfolgte über Wandlampen.

Das Bauvorhaben wurde mit einem Trockenbausystem in offener Modulbauweise, bestehend aus Lehm-Modulen mit einseitig eingepprägter Rillenstruktur, ausgeführt.

Systemangaben vom Hersteller:

- Kühlleistung nach DIN EN 14240: 65 Watt/m<sup>2</sup> bei  $\Delta\Theta = 8$  K

Die Deckenabhängung erfolgte mit einer Deckenabhangkonstruktion in Metall-Leichtbauweise, bestehend aus CD Grund- und Tragprofilen, CD-Kreuzverbindern, Wandanschlussprofilen und Nonius-Verbindern zur Deckenbefestigung. Der Achsabstand der Grund- und Tragprofile betrug 60 cm. Eine entsprechende Typenstatik (Traglast bis 75 kg/m<sup>2</sup>) wurde beigebracht. Die Abhanghöhe betrug 45 cm (Unterkante Tragprofil bis zur Rohdecke). Mit der 5 cm Aufbauhöhe vom verwendeten Lehmsystem konnte so die geforderte Deckenhöhe von 3,00 m gewährleistet werden.

## Auslegungsdaten:

Aktive Fläche	20,20 m <sup>2</sup> 146 Lehmmodule a) 372 x 372 mm 14 x 11 Reihen (5,21 x 4,09 m) mit 8 Neutralplatten à 372 x 372 mm für Austritte Lüftung, Sicherheit und Kommunikation
Inaktive Fläche	4,80 m <sup>2</sup> Lehm-Neutralplatten
Kühlleistung nach DIN EN 14240	1.313 Watt (65 Watt/m <sup>2</sup> )
Systemtemperatur im Auslegungsfall	16 / 20°C
Wasserkreise	3 Stück
Länge der Wasserkreise	78 m (inklusive 4 m für die Anbindung)
Rohr gesamt	234 m (PB-Rohr 12 x 1,3 mm)
Massenstrom gesamt	282 kg/h ( $\cong$ 1,20 kg/h/Laufmeter Rohr)
Druckverlust	22 kPa

## Massenangaben:

Holzweichfaser Randdämmstreifen 50 x 10 mm	20 m
22 mm OSB-Platten mit Nut/Feder, Befestigung an den Tragprofilen der UK	25 m <sup>2</sup>
Lehm-Modulen mit einseitig eingepprägter Rillenstruktur, 372 x 372 x 25 mm	20,2 m <sup>2</sup>
Lehm-Neutralplatten, 25 mm stark	4,8 m <sup>2</sup>
3-schichtiges Polybuten-Rohr (PB) nach DIN 16968, Sauerstoffdicht nach DIN 4726	234 m
Naturkalk-Grundputz nach DIN 998-1 (lufttrocknend ohne hydraulische Bestandteile)	350 kg
Glasseiden-Gittergewebe 7mm	25 m <sup>2</sup>
Naturkalk-Putzglätte nach DIN 998-1 auf Luftkalkbasis für Q 3 Oberflächen	100 kg
Dampfdurchlässige Mineralfarbe auf Kaliwasserglasbasis, AKIII scheuerbeständig, $\mu$ -Wert < 50, pH-Wert > 10	10 kg

Die Simulation zum Feuchteverhalten im Raum mit 2 Personen und einer Luftwechselrate von 1,0 hat ergeben, dass sich die Raumluft im sommerlichen Kühlbetrieb tagsüber (nachts Entspannung) bei einem Taupunkt von 20°C auf ca. 50% und an der Decke auf ca. 70% relative Feuchte einpendeln wird.



## 8.4 Ausschreibung

Bei der Ausschreibung von Kühl- und Heizdecken mit Lehmbaustoffen sind sowohl die architektonischen / baulichen Gesichtspunkte als auch die Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik genau zu beschreiben.

### Architektonisch / baulich:

- Oberfläche / Decklage
  - Material
  - Oberflächenqualität
  - Farbe
  - Dicke / Schichtdicke
  - Thermisches Verhalten
  - Hygroskopische Voraussetzungen
  - Akustische Eigenschaften / Schallabsorption
  - Auflagen wie Vliese oder Dämmung
  - Abmessungen von Einzelementen / Anzahl verschiedener Abmessungen
- Systemaufbau
  - Unterkonstruktion, Befestigung an der Rohdecke
  - Beschaffenheit des Befestigungsuntergrundes
  - Abhanghöhe
  - Achsmaße
  - Benötigte Installationsebenen und -räume
  - Statische Anforderungen, ggf. zusätzliche Gewichtslasten
- Montagesituation
  - Montagehöhe
  - Anschluss an umliegende Bauteile
  - Deckeneinbauten, Ausschnitte

### Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik:

- Norm-Kühl- und Heizleistungen
- Auslegungstemperaturen Kühlen / Heizen
- Hydraulische Verbindung und Anschluss der Kühl- und Heizdecke an die Versorgungsleitungen
- Maximaler Druckverlust (BVF Empfehlung max. 25kPa)
- Definition und Lage der hydraulischen Schnittstelle
- Anforderungen/Schnittstelle zu Regelkomponenten einschl. Taupunktüberwachung
- Herstellung der Betriebsfähigkeit
  - Druckprobe
  - Füllen (Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit beachten)
  - Spülen
  - Funktionsprobe des Kühl- und Heizsystems
- Zu erbringende Leistungen im Rahmen der Inbetriebnahme/Abnahme
  - Übereinstimmungs- und Vollständigkeitsprüfung zur Ausführungsplanung
  - Funktionsprüfung von Regelkomponenten
  - Einregulieren
  - Thermografie
  - Dokumentation

Klare Angabe, welche Kühl- und Heizleistung bei Auslegungstemperaturen auf der zu installierenden Fläche zu erbringen ist durch:

Angabe des notwendigen aktiven Flächenverhältnisses nach DIN EN 14240 und der auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240 bezogenen Leistung bei Auslegungstemperaturen.

Alternativ: Angabe der auf die Installationsfläche bezogenen Leistung bei Auslegungstemperaturen.

Kühl- und Heizdecken werden über die zu installierende Fläche in m<sup>2</sup> ausgeschrieben. Bereits bei der Ausschreibung ist darauf zu achten, dass als Abrechnungsgrundlage für Kühl- und Heizdecken die jeweiligen Richtlinien der VOB Teil C Gültigkeit haben. Dies sind für Lehmbaudecken die DIN 18350 "Putz- und Stuckarbeiten".

## 9. Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme gehören die unten aufgeführten Arbeitsschritte, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Detaillierte Informationen zu allen wesentlichen Schritten bei einer Inbetriebnahme sind in der **BVF-Richtlinie 15.11 Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb** zu finden.

### *Spülen*

Das Spülen eines Kühl- und Heizdeckensystems muss störende Schmutzpartikel beseitigen. Bei einer Neuanlage sollen im Rahmen der Inbetriebnahme im Wesentlichen die Verarbeitungsrückstände beseitigt werden (siehe dazu beispielsweise BTGA-Regel 3.002). Bei der Sanierung einer Altanlage kommt es auf die Beseitigung von bereits bestehenden Ablagerungen an. Der Einbau/Einsatz eines Schlammabscheiders ist zu empfehlen.

Es ist jeweils darauf zu achten, dass die Anlage nach dem Spülvorgang möglichst vollständig entleert und unmittelbar mit Füllwasser nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik befüllt wird.

### *Befüllen*

Kühl- und Heizdecken sind entsprechend der Richtlinie BTGA 3.003 (Kalt-Kühlwasser zulässiger Betrieb und wassertechnischen Aspekten) zu befüllen.

Nach der Spülung von Schmutzpartikeln ist die Anlage mit Anlagenwasser zu befüllen. Die Herstellerangaben aller im System verbauten Komponenten müssen hierbei berücksichtigt werden.

Hierbei ist besonders die Einhaltung der Füllwasser-Qualität z.B. nach VDI 2035, Norm H5195-3, DIN 4726, VDI 4708 sowie BTGA-Regel 3.002 zu beachten. Als empfohlener Richtwert für das Füllwasser ist die Tabelle aus der BTGA-Regel 3.002 anzuwenden.

### *Entlüften*

Luft führt in Kühl- und Heizanlagen zu Betriebsstörungen (Geräusche, Korrosion, Ablagerungen, Erhöhung der Strömungswiderstände, Reduzierung der Heizleistung), daher muss sie bei der Inbetriebnahme weitgehend entfernt werden. Je nach Druck und Temperatur in der Anlage tritt Luft in Form von Blasen- bzw. Mikroblasen oder in gelöster Form auf.

Zur Entlüftung der Anlage dienen:

Automatische Entlüfter / Schnellentlüfter (insbesondere bei der Befüllung des Systems) - Mikroblasenabscheider / Druckstufenentgaser (Entgasung im Betrieb).

Die Kühldeckensysteme selbst befinden sich grundsätzlich an der Unterseite der (abgehängten) Decke. Anbinde- und Verbindungsleitungen verspringen hierbei unvermeidbar in der Höhe, so dass eine kontinuierlich steigende Leitungsführung zu einem Entlüftungspunkt häufig nicht möglich ist. Aus diesen Gründen ist ein Einfaches "Entlüften" von Kühldeckensystemen über Hand- oder Automatikentlüfter nicht möglich und es muss eine gründliche Spülung erfolgen, bis das Kühldeckensystem luftfrei ist. Grundvoraussetzung ist, dass die vorgelagerte Anlage ebenfalls luftfrei ist und nicht durch die Versorgungsleitungen erneut Luft in das Kühldeckensystem eingetragen wird.

### *Druckprüfung*

Die Dichtheitsprüfung kann mit Luft oder Wasser durchgeführt werden. Bei Standardsystemen der Flächenheizung darf der Prüfdruck mit Wasser nicht weniger als 4 und nicht mehr als 6 bar betragen

(siehe DIN EN 1264). Der Prüfdruck bei Luft beträgt maximal 3 bar (Druckbehälterrichtlinie, BTGA 3.003).

Abweichend hierzu sind Kühl- und Heizdeckensysteme oftmals projektbezogene Systeme. Es gelten teils abweichende Herstellerangaben sowie individuelle Projektvorgaben beim Prüfdruck bei Luft und/oder Wasser.

#### *Hydraulischer Abgleich*

Die Einstellung der Regulierventile für den hydraulischen Abgleich hat gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Hierdurch wird sichergestellt, dass jede Regelzone mit dem Wassermassenstrom versorgt wird, die sie benötigt und somit auch die Kühl- und Heizleistung gemäß Montageplanung erbringt.

Dazu werden die in der Montageplanung des Kühldeckenherstellers angegebenen Wassermassenströme an den Reguliereinrichtungen der einzelnen Zonen eingestellt.

#### *Funktionsheizen/kühlen*

Um die ordnungsgemäße Funktion der Kühl- und Heizdecke zu überprüfen ist ein Funktionsheizen bzw. -kühlen erforderlich. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Durchströmung der Deckenfläche gegeben ist, und keine Fehler durch eine nicht korrekte hydraulische Verschaltung oder z.B. abgelenkte Anschlussleitungen vorliegen.

Um diese Fehler noch beheben zu können, muss das Funktionsheizen und -kühlen bei Lehmdeckensystemen vor dem Aufbringen der Deckputzlage mit vollflächigem Armierungsgewebe erfolgen.

Die Überprüfung kann etwa durch eine thermografische Begehung erfolgen. Um eine gleichmäßige Durchströmung der Decke zu ermöglichen, sollte im Vorfeld ein hydraulischer Abgleich durchgeführt worden sein.

#### *Beschichtungsreifheizen*

Die Inbetriebnahme von Lehmdeckensystemen hat nach Herstellerangaben zu erfolgen.

Bei Modulsystemen z.B. nach vollständiger Trocknung der Deckputzlage mit vollflächigem Armierungsgewebe, vor Aufbringung vom Oberflächenfinish, zu erfolgen. Wir empfehlen mindestens 3 Tage eine Vorlauftemperatur zwischen 20°C und 25°C und danach mindestens 1 Tag die maximale Auslegungstemperatur zu halten.

Zweck dieses Vorganges ist es eventuelle Spannungen aus dem System herauszubringen. Sollten vereinzelnde Rissbildungen auftreten, so können diese mit dem Oberflächenfinish verschlossen und ausgeglichen werden.

Damit alle Bereiche gleichmäßig aufgeheizt werden, ist der hydraulische Abgleich vor der Inbetriebnahme durchzuführen.

Bei vielen Wärmeerzeugern ist ein Aufheizprogramm (max. 35 Grad) für die Fußbodenheizung hinterlegt, welches ebenso für Lehmdeckensysteme verwendet werden kann.

## **10. Abnahme**

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken erfolgt nach VDI 6031 „Abnahmeprüfung an Raumkühlflächen“. Weitere ausführlichere Hinweise zu allen wesentlichen Schritten bei einer Abnahme sind in der **BVF-Richtlinie 15.11 Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb** zu finden.

#### *Konformitätsprüfung*

Bei der Konformitätsprüfung wird die Übereinstimmung der installierten Konstruktion zur Ausführungsplanung überprüft. So werden etwa Werkstoffe, Rohrdimensionen, Verlegeabstand, aktive Fläche oder auch die Anzahl und Position der Kühlkreisläufe überprüft.

Wenn Teile der Kühl- und Heizdecke nach Fertigstellung nur unter erschwerten Bedingungen geprüft werden können, sind stichprobenartige Prüfungen zu vereinbaren, für nicht zugängliche Systemteile ist die planungskonforme Ausführung durch den Errichter zu bestätigen.

#### *Prüfung der Voraussetzung für eine Funktionsprüfung*

Die Voraussetzung für eine Funktionsprüfung einer Kühl- und Heizdecke ist es, dass die komplette Kühl- und Heizanlage inklusive Wärme-/Kälteerzeugung und Verteilung sowie Regelungstechnik betriebsfähig ist. Diese Betriebsfähigkeit muss von den jeweiligen Anlagenerstellern je Teilleistung (Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, Regelungstechnik) bestätigt werden.

Falls die Betriebsfähigkeit der kompletten Anlagen bei Fertigstellung des Kühl- und Heizdeckensystems nicht gegeben ist, können auch provisorische oder temporäre Lösungen herangezogen werden, um die Funktionsprüfung durchzuführen und die Funktion nachzuweisen.

Um die Funktionsprüfung durchzuführen, muss die Gesamt-Anlage laufen, Fenster und Türen sind geschlossen zu halten und Lüftungsanlagen außer Betrieb zu nehmen. Der Temperaturunterschied zwischen der Raumluft zur mittleren Kühl- bzw. Heizmitteltemperatur hat mindestens 6 K zu betragen.

#### *Funktionsprüfung*

Bei der Funktionsprüfung werden nachfolgende Parameter gemessen:

- Oberflächentemperatur der Raumkühlfläche mittels thermografischer Aufnahme
- Raumlufttemperatur im Aufenthaltsbereich mittels Thermoelement- oder Widerstandsthermometer
- Temperaturen des Kühl-/Heizmediums an zentraler Stelle mittels Thermoelement-, Widerstands- oder Infrarotthermometer
- Kondensationsschutz

Werden Decken sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen eingesetzt, ist zusätzlich die Funktion der Umschalteinrichtung sicherzustellen.

Sofern die ordnungsgemäße Funktion für einen Anwendungsfall (Heizen oder Kühlen) nachgewiesen wurden, ist die ordnungsgemäße Funktion ebenso für den jeweils anderen Anwendungsfall (Kühlen oder Heizen) zu erwarten. Eine separate Funktionsprüfung für den zweiten Anwendungsfall ist daher nicht erforderlich.

#### *Dokumentation der Abnahmeprüfung*

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken ist durch Protokolle zu dokumentieren. Vorlagen hierzu sind sowohl in der VDI 6031 als auch in der BVF Schnittstellendokumentation zu finden.

Bei der Funktionsprüfung ist die komplette Deckenfläche thermografisch zu überprüfen und die Aufnahmen elektronisch abzuspeichern. Mindestens 20 % der Raumregelzonen sind zusätzlich in einem Protokoll zu dokumentieren. Hierbei sind repräsentative Bereiche hinsichtlich Raumgröße, -geometrie und -nutzung sowie Gebäude/Raumausrichtung auszuwählen. Es müssen mindestens so viele Raumregelzonen dokumentiert werden, dass sich ein repräsentatives Ergebnis darstellt. Weiterhin ist es in jedem Fall zu dokumentieren, wenn sich Auffälligkeiten wie etwa Funktionsstörungen zeigen.

Je thermografischer Einzelaufnahme ist eine maximale Deckenfläche von 30 m<sup>2</sup> zu erfassen und mit Angabe von Position und Blickrichtung der Aufnahme zu dokumentieren. Zu jeder thermografischen Aufnahme ist zusätzlich auch ein Lichtbild zu erstellen und mit Referenzverweis elektronisch abzuspeichern.

#### *Dokumentationsunterlagen*

Sofern im Leistungsverzeichnis keine besonderen Anforderungen an die Dokumentationsunterlagen beschrieben sind, erfolgen diese nach Ausführungen des Herstellers.

Üblicherweise sind mindestens nachfolgende Unterlagen enthalten.

- Produktdatenblätter

- Revisionszeichnungen / –unterlagen
- Spülprotokoll
- Druckprüfprotokoll
- Einregulierungsprotokoll
- Protokoll der Dübelprüfung
- Abnahmeprotokoll

## 11. Laufender Betrieb

Grundsätzlich sind Deckenkühl- und -heizsysteme wartungsfrei. Die hydraulischen Komponenten sollten nach VDMA 24186 gewartet und nach BTGA-Regel 3.003 im laufenden Betrieb die Wasserqualität nachgewiesen werden.

Während des Betriebes sind zwingend die Vorgaben der Hersteller zu Betriebsbedingungen wie etwa Temperatur und Luftwechselraten einzuhalten.



## 12. Normen und Regelwerke

DIN EN 14240	Lüftung von Gebäuden - Kühldecken - Prüfung und Bewertung;
DIN EN 14037	An der Decke frei abgehängte Heiz- und Kühlflächen für Wasser
DIN 18041:2016	Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
DIN EN 1264	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
VDI 2078	Berechnung von thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Kühllastberechnung)
DIN EN 12831	Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
VDI 6034	Raumkühlflächen-Planung, Bau und Betrieb
VDI 6031	Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen
DIN EN ISO 7730	Gemäßigtes Umgebungsklima Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (ISO 7730:1994)
DIN EN 15251	Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
DIN EN 12828	Heizungsanlagen in Gebäuden. Planung und Installation von Warmwasser-Heizungsanlagen- gen. Anhang B (informativ) Thermische Behaglichkeit
DIN 4726	Warmwasser-Flächenheizungen, Kunststoffrohr- und Verbundrohrleitungssysteme
DIN EN 16798-3	Lüftung von Nichtwohngebäuden-Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme
DIN 1946-6	Erstellen eines Lüftungskonzepts
ATV DIN 18380	Heizungsanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN EN 14336	Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme von Warmwasser-Heizungsanlagen
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
VDI 2073-2	Hydraulik in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
BTGA Fachregel	3.002 Druckprüfung und Spülung von Heizungsinstallationen 3.003 Geschlossene wassergeführte Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe – Zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten
DIN EN ISO 15148:2018-12	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen

DIN EN ISO 12572:2017-05	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Verfahren mit einem Prüfgefäß
DIN EN ISO 12571:2000-04	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der hygroskopischen Sorptionseigenschaften
DIN 18550-2 (01-2018)	Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen - Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 (09-2016) für Innenputze
DIN 18942-1	Lehmstoffe und Lehmprodukte, Teil 1: Begriffe
DIN 18942-100	Lehmstoffe und Lehmprodukte, Teil 100: Konformitätsnachweis
DIN 18947	Anforderungen für Lehmputzmörtel zum Verputzen von Wänden und Decken
DIN 18948	Anforderungen, Einsatzgebiete, Leistungsmerkmale und Prüfverfahren für im Werk hergestellte Lehmplatten
DVL TM 06	Technisches Merkblatt für Lehm-Dünnlagenbeschichtungen von Wänden und Decken
Weitere wertvolle Hinweise und Informationen finden Sie im Internet unter: <a href="http://www.flaechenheizung.de">http://www.flaechenheizung.de</a>	

### 13. Literaturhinweise

Recknagel Sprenger Schrameck  
**Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2017/2018**  
Oldenburg Industrieverlag

Konrad Miksch  
Energieeffiziente Lösungen im Wohnungsbau  
**Handbuch für Analyse, Planung und Projektabwicklung**  
VDE Verlag

BVF  
Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung  
**Schnittstellenkoordination in bestehenden Gebäuden**  
Ausgabe Mai 2018

BVF  
Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung  
**Schnittstellenkoordination im Neubau**  
Ausgabe Mai 2020

Dachverband Lehm e.V.; Vollard, Franz; Röhlen, Ulrich  
**Lehmbau Regeln**  
3. Auflage 2009

Röhlen, Ulrich; Ziegert, Christof  
**Lehmbau-Praxis - Planung und Ausführung**  
Beuth/Bauwerk Verlag, Berlin 2014

## 14. BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter

Das BVF-Gütesiegel soll allen Beteiligten – vom Fachplaner über den Fachhandwerker bis hin zum Endkunden – Orientierung und Sicherheit im stetig wachsenden Marktsegment der Flächenheizungen und Flächenkühlungen bieten.

Die Hersteller, die das Siegel tragen dürfen, garantieren damit, dass sie den umfangreichen Kriterien-Katalog des BVF erfüllen.

Das BVF-Gütesiegel ist beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Nummer 30 2018 105 344 eingetragen und europaweit geschützt. Es steht für die gesicherte, zertifizierte Systemqualität der Produkte mit Gewährleistung. Sie profitieren von individuellen Lösungen aus einer Hand und erhalten damit ein effizientes, normgerechtes sowie innovatives Flächenheizungssystem. Das erleichtert dem Installateur die Arbeit, und der Endverbraucher darf sich über eine dauerhaft effiziente und behagliche Flächenheizung freuen, bei der auch der langfristige technische Service sichergestellt ist. Durch die Vorgabe und Überprüfung strenger und transparenter Standards verhilft das BVF Siegel zu einer klaren Orientierung, es schafft Vertrauen und Sicherheit bei allen Beteiligten – vom Planer, über den Fachhandwerker bis zum Endkunden.

Weitere Informationen über den Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. sind unter:

[www.flaechenheizung.de](http://www.flaechenheizung.de)

[www.bvf-siegel.de](http://www.bvf-siegel.de)

[www.flaechenheizungsfinder.de](http://www.flaechenheizungsfinder.de)



**Disclaimer:**

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand Januar 2021.

**Urheberrechtshinweis:**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, erhalten

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF

