

Innendämmungen und Wandflächenheizsysteme

Achim Bauer, Mannheim; Jürgen Gänßmantel, Schömburg/Zollernalb



Dipl.-Ing. (FH) Achim Bauer

Jahrgang 1971. Dipl. Ing. (FH) Bauingenieurwesen. Seit 1998 Betriebsleiter im familieneigenen Stuckateurbetrieb. Gründung eines Ingenieurbüros zum 01.03.2006. Energieberater, Mitglied im Sachverständigenarbeitskreis und in der Fachgruppe Wärmeschutz des Fachverbandes der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg.



Dipl.-Ing. (FH) EUR.-ING. Jürgen Gänßmantel

Jahrgang 1960. Dipl.-Ing. (FH) Verfahrenstechnik, EUR.-ING. Von 1987 bis 1999 in verschiedenen Unternehmen der Baustoffindustrie tätig. 1999 Gründung eines Ingenieurbüros: Beratender Ingenieur (Ing.-Kammer Baden-Württemberg). Ö.b.u.v. Sachverständiger (IHK Reutlingen). Mitglied im erweiterten Vorstand der WTA e.V., verantwortlich für WTA-Akademie, WTA-Journal und WTA-News. Fachbuchautor. Dozent bei EIPOS e.V. Dresden; Lehrbeauftragter an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft.

Kurzfassung

Prinzipiell wird es bei der Auswahl von Innendämmsystemen im Bestand unerlässlich sein, zur Risiko- und Schadensminimierung eine Simulationsrechnung durchführen zu lassen. Weiterhin bietet sich an, das Risiko einer dauerhaften Durchfeuchtung in folge Kondensatbildung im Bauteil durch Anheben der Oberflächentemperatur zu reduzieren. Dies kann dann der Fall sein, wenn neben der energetischen Sanierung auch eine bauliche Modernisierung der vorhandenen Heizungsanlagentechnik ansteht. In diesen Fällen kann mit geeigneten Wandflächenheizsystemen gearbeitet werden.

Dieser Beitrag gibt einen Systemüberblick und erläutert die Vorgehensweise beim Planen, Montieren und Verputzen von Wandflächenheizungen auf Innendämmung.

1 Antike Wandheizsysteme - Die Hypokaustum-Heizung

Die Hypokaustum-Heizung war eine der wichtigsten technischen Erfindungen antiker Baumeister. Die Wortbildung ist griechischen und lateinischen Ursprungs und bedeutet etwa "Wärme von unten". Bei diesem Heizsystem wurden Hohlräume in Fußböden und Wänden mit Heißluft erwärmt, die in einer Heizkammer unterhalb der zu erwärmenden Zimmer erzeugt wurde, dem Hypokaustum. Die erwärmten Wände und Böden beheizten so großflächig die Räume durch Abgabe von Strahlungswärme, wie dies z.B. auch bei Kaminen und Kachelöfen der Fall ist (Abb. 1). Als älteste Heizung dieser Art gelten die um ca. 800 v.Chr. angelegten Hypokausten in einem Bad in Olympia.

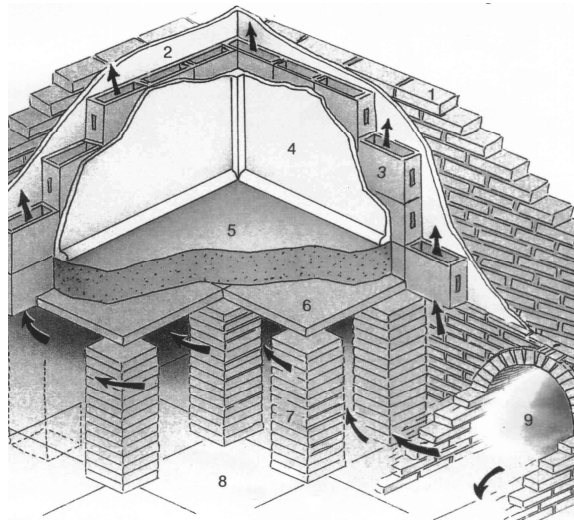


Abb. 1: Römische Hypokaustum-Heizung (schematische Darstellung¹)

2 Warum Wandheizungen?

Die Wärmeabgabe in die Räume findet bei relativ niedrigen Temperaturen über sehr große Flächen statt. Die Wärmeabgabe auf dem Weg der Konvektion und das Temperaturgefälle in derart beheizten Räumen oder Häusern ist entsprechend gering. Bei einer Wandoberflächentemperatur von z.B. 21 °C fühlt sich der Mensch in Aufenthaltsräumen schon bei 18 °C Raumtemperatur wohl. Diese Senkung der Raumtemperatur bewirkt so eine Reduzierung des Heizenergiebedarfs von ca. 5% pro °C, d.h. bei einer Senkung der Raumtemperatur von z.B. 23 °C auf 18 °C können bis zu 25% Energieeinsparung erzielt werden!

Die Behaglichkeit wird durch den entsprechend hohen Anteil an langwelliger Wärmestrahlung (Prinzip "Sonne") und ihrer physiologischen Wirkung weiter verstärkt. Ein von allen Seiten gleichmäßig erwärmter Raum hat zudem keine kalten Ecken, damit (fast) keine Luftzirkulationen und also auch keine Staubaufwirbelungen.

¹ Patursi F.: *Die Chronik der Erde*, Chronik-Verlag, Dortmund 1991

Eine Reihe von Vorteilen also, die den alten Griechen und Römern z.T. sicherlich bekannt waren und auch in unserer "Neuzeit" ausgenutzt werden sollten. Da diese klassischen Hypokausten-Heizungen in der Regel jedoch mit größerem baulichen Aufwand verbunden und nur bei sorgfältiger Planung zu verwirklichen sind, ist ein nachträglicher Einbau nur selten möglich und dann mit hohen Kosten verbunden.

3 Moderne Wandflächenheizsysteme

Es ist daher kaum verwunderlich, dass sich der klassische Heizkörper immer mehr zum Strahlungs- bzw. Flächenheizkörper entwickelte und auch die bisher am meisten bekannten Flächenheizungsproduzenten, die Hersteller von Fußbodenheizungen, verstärkt über vertikale Anwendungen nachdachten. Mittlerweile stehen dem Architekten eine Reihe von Wandheizsystemen zur Verfügung (Tab. 1).

Art der Wandflächenheizung	Aufbau	Medium
1.) Auf/Über Putz		
Wandflächen-Heizkörper	Flächenheizkörper	Wasser
2.) Unter Putz		
2.1) In der Wand		
Spezial-Mauersteine	Hohlziegel oder KS-Luftkanalstein	Luft
Ofensysteme	Hypokausten im Anschluss an Kachelöfen	Luft
2.2) Auf der Wand		
2.2.1) Registersysteme		
Kapillarrohr-Wandheizmatten	Feine Polypropylen-Kapillarrohrchen mit werk-seitig verschweißten/vergossenen Sammelrohren	Wasser
Kupferregister	Unterputz-Heizkörpersysteme aus Kupferrohren mit Oberflächenschutz	Wasser
Kunststoffregister	Sammelrohre aus Polypropylen oder Polybuten mit parallelen dünneren Rohren verbunden	Wasser
2.2.2) „Endlos“-Rohrsysteme		
Verbundrohrsysteme	Mehrschichtverbundrohre (z.B. Kunststoff/Aluminium)	Wasser
Kunststoffrohrsysteme	Hochwertige Kunststoffrohre (z.B. PEOC)	Wasser
Kupferrohrsysteme	Kupferrohre (kaum am Markt angeboten), z.T. auch in Spezialziegeln eingelegt	Wasser
2.2.3) Verbundsysteme		
Rippenrohr + Vorsatzschale	Heizregister erzeugt Warmluft hinter Vorsatzschale	Luft
Heizplatte	Gipskartonplatte mit Heizdrähten	Elektrisch

Tab. 1: Übersicht über Wandflächen-Heizsysteme^{2 3}

² Bundesverband Flächenheizungen BVF: *Richtlinien zur Herstellung beheizter Wandkonstruktionen*, Merkblatt-Entwurf, Hagen 1999

³ Österreichische Arbeitsgemeinschaft Putz ÖAP: *Verarbeitungsrichtlinien für das Verputzen von wasserführenden Wandheizungssystemen*, 1. Auflage, Innsbruck 1999; siehe auch im Internet unter www.oepap.at

4 Arten der Erwärmung

Die Unterputz-Ausführungen, die in dem vorliegenden Beitrag betrachtet werden, unterscheiden sich nach der Art der Erwärmung mittels Luft oder Wasser als Wärmeträger. Ähnlich dem Hypokausten-System werden Wandhohlräume (Hypothermal-Hohlziegel) oder sogenannte Luftkanalsteine (Kalksandstein) mit **Warmluft durchströmt**. Die Luft wird z.B. über einen Kupferwärmetauscher erwärmt, der in die raumseitige Luftkammerreihe oberhalb des Bodens eingesetzt und mit einer Sockelleiste abgedeckt wird. Die Beheizung dieser Luftkammersteine über einen Kachel- bzw. Grundofen ist selbstverständlich ebenfalls möglich.

Bei den anderen Wandheizsystemen wird die Erwärmung durch **zirkulierendes Warmwasser** bewirkt, das ein Rohrregister oder ein „Endlos“-Rohrsystem durchfließt, die im Putz verlegt werden (Abb. 11). Diese Systeme gewinnen zunehmend an Bedeutung, denn sie haben die Erprobungsphase längst durchlaufen und stehen als "Baukastenlösung" zur Verfügung, d.h. sie können modulartig montiert und installiert werden. Sie sind gut zu verlegen und preislich vorteilhaft; die Anordnung und Verteilung der Kunststoff- und Kupferrohre bewirkt eine optimale Wärmeverteilung bei gleichzeitig niedrigen Vorlauftemperaturen und kurzen Anfahr- und Anheizzeiten. Der möglichen Verstopfungsgefahr insbesondere bei engen Röhren kann z.B. durch Einbau eines Warmwasserfilters vorgebeugt werden.

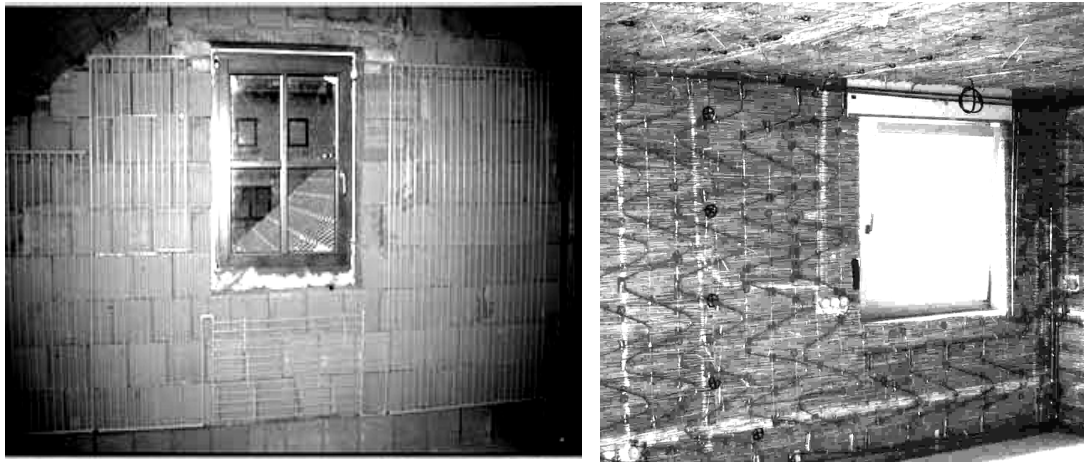


Abb. 2: Beispiele für Wandheizungen mit wasserdurchströmten Rohrregistersystemen

4.1 Rohrleitungen

Als Rohrleitungen werden Kupfer-, Kunststoff- oder Kunststoff-Metall-Verbundrohre verwendet. Reine Kunststoff-Rohre sind häufig nicht sauerstoffdicht. Das heißt, es kann Sauerstoff durch den Kunststoff eindiffundieren, der sich zunächst im Wasser einlagert und an metallischen Teilen der Heizungsanlage zu Korrosion führen kann. Um das zu umgehen, wird bei der Verwendung von solchen Rohrleitungen eine Systemtrennung vorgenommen. Das heißt, der Wasserkreislauf der Heizquelle wird durch einen Wärmetauscher von dem der Wandheizung getrennt.

Kupfer- und Kunststoff-Metall-Verbundrohre sind sauerstoffdicht. Kupfer hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit, ist dafür aber auch sehr teuer. Aufwendig ist bei Kupferrohren die Notwendigkeit einer Anti-Oxidations-Beschichtung vor dem Verputzen mit Kalk- oder Kalk-Zement-Putzen.

Das aus der Sanitärtechnik stammende Kunststoff-Metall-Verbundrohr setzt sich bei Wand- und Fußbodenheizungen heute sehr stark durch. Es ist - weil in großen Mengen hergestellt - recht günstig. Es läßt sich einfach verarbeiten und hat eine hohe Betriebssicherheit.

5 Vor- und Nachteile von Wandflächenheizungen

Um die Wirksamkeit nicht zu beeinträchtigen, dürfen Wandheizflächen nicht mit Möbeln verstellt werden. Empfindliche Menschen können u.U. auf die geschlossenen Wasserkreisläufe in den Wänden reagieren. Eine gestalterische Nutzung der Wandflächen kann u.U. bei Kapillarrohr-Wandheizmatten eingeschränkt werden (Gefahr undichter Stellen beim Einbringen von Befestigungsmitteln).

Aus ökologischer Sicht wird oft die Vielzahl der Wandkomponenten bemängelt. Wände mit Wandflächenheizsystemen können dem Baustoffkreislauf nicht ohne weiteres zurück geführt werden, wie dies bei monolithischen Konstruktionen (beidseitig konventionell verputzt) möglich ist. Eine aufwendige selektive Trennung der Komponenten nach Ende der Nutzungsdauer ist unumgänglich.

Jedoch überwiegen die Vorteile moderner Wandflächenheizungen, insbesondere beim Bauen im Bestand:

- ☞ Sichtbare Heizkörper im (historischen) Raum fehlen, somit keine Störung der (historischen) Innenarchitektur. Auch die Reinigung usw. entfällt.
- ☞ Wandöffnungen, z.B. Fenster, können bis zum Boden reichen.
- ☞ Der Heizbetrieb ist auch zur Raumkühlung zu verwenden, d.h. konstante Innenklimata sind möglich (wichtig z.B. bei musealen Bauten).
- ☞ Eine Zusatzdämmung, die für die thermische "Entkopplung" der raumseitigen Warmwandfläche vom Mauerwerk beim Bauen im Bestand eingesetzt werden kann, verbessert die Wärmedämmeigenschaften der Wand. Tab. 8 zeigt dies beispielhaft für ein 50 cm dickes Vollziegel-Mauerwerk (beidseitig mit 20 mm Kalkmörtel verputzt) und eine Zusatzdämmung z.B. mit Schilfmatten. Damit kann der Einbau einer Wandflächenheizung bei der Altbausanierung die Transmissionswärmeverluste durch Verwendung einer Zusatzdämmung um ca. 30-50 % reduzieren!

Wandaufbau	U-Wert [W/(m ² K)]
ohne Zusatzdämmung	1,36

mit 2,5 cm Schilfmatte ($\lambda_R = 0,055 \text{ W/mK}$):	0,84
mit 5,0 cm Schilfmatte	0,61

Tab. 2: Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften eines massiven Mauerwerks mit Innendämmung zwischen Wandflächenheizung und Mauerwerk

Bei Neubauten mit hoch Wärme dämmendem Mauerwerk sollte eine Zusatzdämmung nicht verwendet werden (die Wärmeabgabe erfolgt „gezielt“ über die schwereren Innenputzflächen), um die Wärmespeicherfähigkeit des massiven wärmedämmenden Mauerwerks mit nutzen zu können.

- ☞ Gerade im Sockelbereich musealer Bauten kann durch die Vorteile einer Wandflächenheizung dem Risiko einer Schimmelpilzbildung oder eines anderen mikrobiologischen Befalls entscheidend entgegengewirkt werden.

6 Planungsgrundlagen

Informationen zur Gebäudebeschaffenheit – Grundrisse, Schnitte, Wärmebedarfsberechnungen, Türen- und Fenstergrößen usw. – sind für die Auslegung einer Wandheizung wichtig, ebenso wie die Berücksichtigung rechtlicher und bautechnischer Vorgaben und die Anwendungsrichtlinien des jeweiligen Hersteller.

Die Auslegung der Wandheizung erfolgt raumweise nach Ermittlung des Jahresheizwärmebedarfs. In Abhängigkeit der mittleren Heizwasser-, der maximalen Heizflächen- und der gewünschten Raumtemperatur kann die Wärmeabgabe in W/m^2 Wandfläche ermittelt werden (Abb. 3).

Faustregel für die Auslegung eines Raumes mit Wandheizung: mindestens 30-50 % der Raum-Grundfläche. Bei einem Gebäude mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Wand $u < 0,40 \text{ W/m}^2\text{k}$ kann bis auf ca. 25 % der Grundfläche weiter reduziert werden. Der Verband der Flächenheizungshersteller empfiehlt, nur dann Außenwände von Gebäuden mit einer Wandheizung zu versehen, wenn diese Außenwände einen Wärmedurchgangskoeffizienten $u < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen (Ausnahme: Altbau bei gewünschter Bauteilkonservierung). Andernfalls sind die Wärmeverluste durch die Wand zu groß und die angegebene Leistung der Wandheizung wird nicht erreicht.

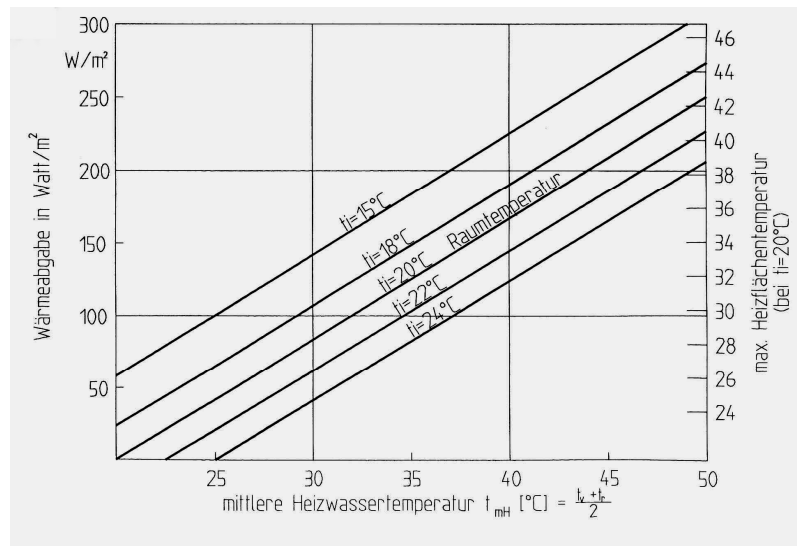


Abb. 3: Ermittlung der Wärmeabgabe zur Auslegung der Wandheizung (Beispiel)

7 Aufteilung der Heizflächen

Wandheizungen sollten gleichmäßig an den Außenwänden angeordnet werden. Bei normalen Raumhöhen sowie hoch wärmedämmendem Mauerwerk genügt es, die Rohr- oder Registerverlegung auf eine maximale Höhe von 2 m ab Fertig-Fußbodenoberkante auszuführen. Bei größeren Räumen ist es vorteilhaft, zwei gegenüberliegende Wände mit Wandheizung zu versehen, da die Strahlungswirkung auf den Körper mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Bei der Anordnung der Wandheizflächen sind auch Sitzplätze und die mögliche Beeinflussung von Glasflächen (z.B. Fenster) zu berücksichtigen (Abb. 4).

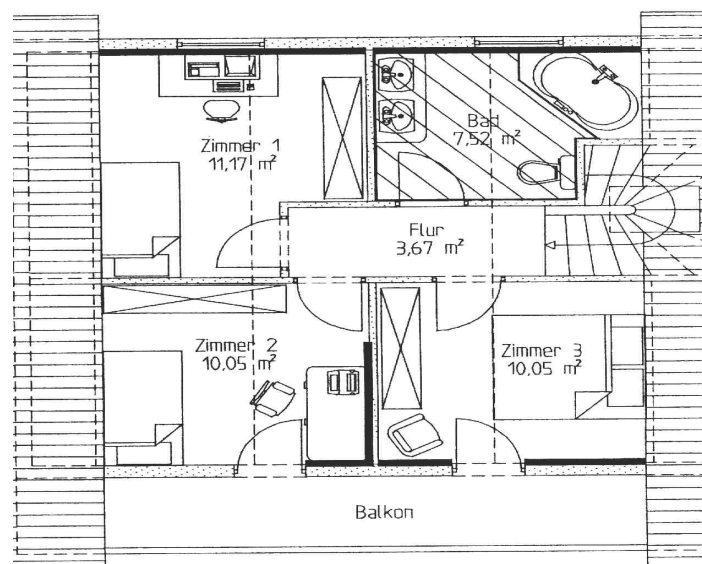


Abb. 4: Beispiel zur Aufteilung von Wandheizflächen (schwarz) in einem Dachgeschoss

8 Ausführung und Montage

Die Wand darf vor Montage der Rohr- oder Registersysteme keine größeren Unebenheiten aufweisen. Die Befestigung von Kapillarrohr-Wandheizmatten erfolgt normalerweise mit einem Ansetzmörtel, aber z.T. auch mit geeigneten Stahlkrampen. Registersysteme werden i.d.R. in spezielle Abstandshalter eingeklemmt, aber auch die Verwendung von Dübelhaken, Stahlstiften, Heißklebern usw. wird in der Praxis beobachtet. Bei den Rohrsystemen werden zunächst spezielle Rohrklemmschienen auf dem Putzgrund befestigt, anschließend die Rohrleitungen von der Rolle mit einer Biegeschablone gebogen und im vorgegebenen Verlege-Abstand in die Schiene eingesetzt.

Die Rohrverlegung kann vertikal oder horizontal erfolgen. Die Heizrohre werden dann an einen Kleinverteiler angeschlossen und dieser wiederum mit dem Großverteiler verbunden. Der Aufwand an Arbeitszeit beträgt je nach Wandheizungssystem erfahrungsgemäß 20-40 min pro 1 m² Wandheizung (für zwei Arbeitskräfte). Das Verputzen ist hierin nicht berücksichtigt.

9 Anforderungen an den Putzgrund

Für den Putzgrund gelten grundsätzlich die Anforderungen nach DIN V 18 550, d.h. der Putzgrund muss eben, tragfähig und fest, ausreichend formstabil, gleichmäßig saugend, staubfrei, frei von Verunreinigungen und Ausblühungen sowie frostfrei und insbesondere trocken sein. Dazu ist es in der Praxis erforderlich, (vor der Befestigung der Wandheizung) Fehlstellen und Unebenheiten abzugleichen, korrosionsgefährdete Metallteile zu entfernen und/oder zu schützen sowie Fugen, Schlitzte und Durchbrüche zu schließen.

Der zu verputzende Untergrund besteht aus Putzgrund und daran befestigter Wandheizung; er kann in manchen Fällen vorbehandelt werden. Unbedingt erforderlich ist, dass vor dem Verputzen das Heizsystem auf Dichtheit sowie sach- und fachgerechte Montage geprüft und unter Druck gesetzt wird. Außerdem muss sicher gestellt werden, dass das Heizsystem fest genug mit der Wand verbunden ist; durch die Verputzarbeiten dürfen keine Verschiebungen des verlegten Systems erfolgen! Eine Absicherung gegen Frost sollte ebenfalls durchgeführt werden.

10 Bauphysikalische Anforderungen an Beschichtungen auf Wandheizungen

Die aufgezeigten Vorteile moderner Wandheizsysteme müssen durch geeignete Baustoffauswahl für die notwendige Beschichtung unterstützt werden. Unabhängig von der Art des Wärmeträgers (Luft, Wasser) gelten für Baustoffe auf Wandflächenheizungen (auch Kamine, Kachelöfen usw.) die folgenden Überlegungen.

Das Beschichtungssystem muss eine geringe Wärmedehnung besitzen (Forderung: **Wärmedehnkoeffizient minimal**). Das Beschichtungssystem (inkl. einer u.U. verwendeten Zusatzdämmung) muss ein günstiges Wasserdampfdiffusionsverhalten besitzen, d.h. es darf

nicht dampfdicht sein (Forderung: **Wasserdampfdiffusionswiderstand minimal**). Das Beschichtungssystem muss die Wärme aus dem durchströmten Wandheizsystem schnell/gut an die Wandoberfläche ableiten (Forderung: **Wärmeleitfähigkeit maximal**) und Wärme gut speichern können (Forderung: **Wärmespeicherzahl maximal**). Die Oberfläche muss eine positive physiologische Wärmewahrnehmung ermöglichen (Forderung: **Wärmeeindringzahl minimal**).

Das auszuwählende Baustoffsystem muss eine "Kompromisslösung" darstellen. Es empfiehlt sich daher zuerst diejenigen Einflussfaktoren zu betrachten, die weitestgehend unabhängig vom verwendeten Putzsystem sind. Im Innenbereich stehen prinzipiell Gips-, Kalk-Gips-, Kalk-, Kalk-Zement- sowie neuerdings auch spezielle Lehmputze zur Auswahl (Tab. 3).

Putzart Parameter	Gips ¹	Kalk-Gips ²	Kalk ²	Kalk-Zement ²	Lehm ¹
Rohdichte [kg/dm ³]	1,1-1,2	1,3-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	1,6-1,8
Wärmedehnung [10^{-6} °C^{-1}]	19-20	12-17	8-9	9-10	ca. 5
Wärmekapazität [kJ/kg °C]	0,80	0,92	0,96-1,05	0,96-1,05	1,00
Wärmeleitfähigkeit [W/m °C]	0,35	0,70	0,80	0,87	0,8-0,9
Dampfdiffusionswiderstand [-]	7-17	5-6	5-15	10-15	8-15

¹ ohne Zuschlag

² mit Zuschlag (dichtes Gefüge), ohne Leichtzuschlag

Tab. 3: Praxiswerte für thermische und hygrische Eigenschaften verschiedener Putzarten

Das Diffusionsverhalten der betrachteten Putzarten unterscheidet sich in der Praxis wenig. Die anderen (thermischen) Parameter jedoch unterliegen einem deutlichen Einfluss von Bindemittel und Zuschlag. Die Wärmedehnung ist bei gipshaltigen Baustoffen am höchsten. Außerdem beeinflusst die Zuschlagsart tendenziell das Wärmedehnverhalten mineralischer Baustoffe. Z.B. besitzt Beton mit Kalksteinsand einen niedrigeren α_T -Wert als mit Quarzsand. Über das spezifische Gewicht des Zuschlags wird üblicherweise auch die Rohdichte des Putzmörtels einstellen. Mit Schwerzuschlägen wird sie erhöht, mit Leichtzuschlägen reduziert. Damit wird auch die Wärmeleitfähigkeit beeinflusst.

Dies bedeutet: Die Hauptanforderung an ein geeignetes Putzsystem für Wandflächenheizungen richtet sich nach einer möglichst **hohen Festmörtel-Rohdichte** und zwar **unabhängig vom verwendeten Bindemittel**. Dadurch ist eine möglichst **gute (hohe) Wärmeleitung** gewährleistet.

Deutlich machen kann man die Forderung nach hohen Wärmeleitfähigkeiten bei der Betrachtung der für die Raumbeheizung erforderlichen Wärmestromdichten. Für Fußbodenheizungen werden die erforderlichen Wärmestromdichten in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz

$\Delta\vartheta$ zwischen Raumtemperatur und Oberflächentemperatur abgeleitet. Überträgt man diese Betrachtung auf Wandflächenheizungen unter Berücksichtigung der für die Behaglichkeit zulässigen Temperaturdifferenz, so ergibt sich z.B. bei $\Delta\vartheta = 5 \text{ °C}$ eine Wärmestromdichte in der Größenordnung von ca. 50 W/m^2 .

Dieser Wert entspricht der spezifischen Heizleistung eines Wandheizsystems bei einer mittleren Heizwassertemperatur von 25 °C , um eine Raumtemperatur von 19 °C zu ermöglichen. Diese Energie muss vom Rohrsystem über die Putzschale an die Oberfläche transportiert werden. Aus dieser Energiebilanz lässt sich die von der Wärmeleitfähigkeit des Baustoffes abhängige Temperaturdifferenz zwischen Rohrleitung und Putzoberfläche für verschiedene Putzdicken abschätzen. Ab $\lambda_{\text{Putz}} > 0,8 \text{ W/m °C}$ können ausreichend niedrige Temperaturdifferenzen eingehalten werden.

Die Putzdicke sollte so gering wie möglich gewählt werden, um die o.g. Temperaturdifferenz zu minimieren und natürlich auch um eine Materialersparnis zu bewirken. Da die Wärmespeicherfähigkeit neben der Putzdicke von der spezifischen Wärmekapazität des verwendeten Baustoffes und seiner Rohdichte abhängt, bedeutet die Anwendung niedriger Putzdicken, auf die Verwendung von Putzmörtel mit hoher Festmörtel-Rohdichte und hoher Wärmeleitfähigkeit besonderen Wert zu legen. Dabei ist zu beachten, dass bei gleicher Rohdichte die Wärmespeicherung zementhaltiger Baustoffe höher ist wie die gipsgebundener Baustoffe, maximal ca. 25%.

Hohe Rohdichten und hohe Wärmeleitfähigkeit bedeuten allerdings auch hohe Wärmeeindringzahlen; eingangs gefordert waren niedrige Werte. Diese Betrachtungen gelten jedoch streng genommen nur für Flächen, die selbst keine Wärmestrahlung aussenden und können deshalb nicht ohne weiteres auf Wandflächenheizsysteme übertragen werden, da diese sich natürlich warm anfühlen.

11 Baustoffauswahl Putz

Die genannten Anforderungen erfüllen z.B. optimierte Fertiglehmputze als Werk trockenmörtel sehr gut. Sie sind zudem auch die ökologischste Produktvariante, denn Lehm muss nach dem Abbau lediglich getrocknet und gemahlen werden, d.h. ökologische Leitparameter wie z.B. Primärenergieverbrauch, Schadstoffemissionen usw. sind bei diesen Baustoffen am niedrigsten!

Orientiert man sich bei der Baustoffauswahl an den in DIN 18550 zusammengestellten Anforderungen an Putzmörtel, so kommen damit prinzipiell folgende weitere Putze in Frage:

- ☞ Kalk-Gips-/Anhydrit-Putze (frühere Mörtelgruppe P IV / P V)
- ☞ Kalk-/Kalk-Zement-Putze (frühere Mörtelgruppe P I / II)

Da der Putzuntergrund streng genommen als hoch Wärme dämmend betrachtet werden muss, sind an die zu verwendenden Putzmörtel auch Anforderungen an die elastischen Eigenschaften zu stellen, d.h. sie müssen einen möglichst niedrigen E-Modul besitzen. Dies ist in der Regel bei niedrigen Druckfestigkeiten der Fall, die ja bei gipshaltigen Putzmörteln mit ca. 2,0 MPa und bei optimierten Lehmputzen mit ca. 1,5-2,0 MPa gegeben sind. Bei kalk- bzw. kalk-zementhaltigen Putzmörteln ist die Druckfestigkeit nach oben hin zu begrenzen; ein Grenzwert von ca. 3,5 MPa wird in der Praxis als optimal angesehen.

Für Putzmörtel auf Wandflächenheizsystemen gilt daher:

- **Keine Leichtputze verwenden !**
- **Keine Dämmputze verwenden !**
- **Möglichst mit "schweren" Putzsystemen arbeiten !**
- **Niedriger Elastizitätsmodul**
- **Druckfestigkeit maximal 3,5 MPa**

Abb. 5: Anforderungen an Putze für Wandflächenheizsysteme

12 Verarbeitung der Putze

Nahezu ausschließlich werden für Innenputzarbeiten trocken vorgemischte Werkmörtel (Werkrockenmörtel) verwendet. Es handelt sich dabei um speziell rezeptierte Mischungen, mit denen nahezu jedes Mauerwerk beschichtet werden kann. Aufgrund der darin in geringsten Mengen enthaltenen Wirkstoffe zur Verbesserung der Verarbeitung, insbesondere zum Erzielen eines Haftvermögens auf dem Putzuntergrund, kann bei Putzarbeiten auf Wandflächenheizungen auf die Verwendung eines Spritzbewurfs oder einer anderen Vorbehandlungsmaßnahme i.d.R. verzichtet werden.

Sollte dennoch ein Spritzbewurf aufgebracht werden, so sollte er nicht voll flächendeckend appliziert werden. Die folgenden Putzarbeiten dürfen nur nach ausreichender Standzeit des Spritzbewurfs (mindestens 3 Tage, bei Holzwolle-Leichtbauplatten als Zusatzdämmung mindestens 2 Wochen) erfolgen. Die weitere Putzverarbeitung richtet sich in erster Linie nach dem verwendeten Bindemittelsystem.

12.1 Einlagige Putzsysteme

Als **einlagige** Putze werden hauptsächlich Gips- oder Kalk-Gips-Putze verwendet, deren Oberflächen gefilzt oder geglättet werden. Da derartig gebundene Putzmörtel kein chemisches Schwinden aufweisen, können sie in der Praxis unabhängig von der Putzdicke in einer Lage aufgebracht werden (Abb. 6). Sie bieten sich daher für Wandflächenheizungen an, sind allerdings für Innenräume mit erhöhter Feuchtebelastung, z.B. Toiletten, Bäder, Keller usw., nicht zu empfehlen (trifft z.T. auch für bestimmte Lehmputze zu). Außerdem darf die Vorlauf-

temperatur in diesem Fall 45 °C nicht überschreiten, um Umkristallisationsvorgänge zu vermeiden!



Abb. 6: Einlagige Putzverarbeitung mit Kalk-Gips-Putz

12.2 Mehrlagige Putzsysteme

Putzmörtel, die karbonatisch und/oder hydraulisch erhärten und daher einem chemischen Schwinden unterliegen, sowie Lehmputze, bei denen ein physikalisches Schwinden infolge Trocknung auftritt, müssen **mehrlagig** verarbeitet werden, wobei auf die Einhaltung der üblichen Standzeiten zwischen dem Aufbringen des Ober- und Unterputzes von einem Tag/mm Putzdicke und auf die Einhaltung einer max. Putzdicke/Lage von 20 mm unbedingt geachtet werden muss.

Diese Arbeitsweise empfiehlt sich auch bei Fertiglehmputzen, wobei i.d.R. höhere Standzeiten bis zum Aufbringen des Oberputzes berücksichtigt werden müssen, damit der Lehmunterputz vollständig austrocknen kann. Die Werk trockenmörtelindustrie bietet dazu spezielle grobe Unterputze an, die i.d.R. Natursande mit ausgewählter Sieblinie (Körnung bis ca. 4 mm) als Zuschlag enthalten. Als Oberputze werden üblicherweise Lehmputze mit feiner Körnung aufgetragen.

Das Einbetten eines alkalibeständigen Armierungsgewebes in die obere Schicht des Unterputzes ist grundsätzlich empfehlenswert, um einer evtl. Rissbildung beim Anheizen vorzubeugen. Es empfiehlt sich daher, den Unterputz zweischichtig frisch-in-frisch zu verarbeiten.

13 Besonders zu beachten

Putzarbeiten dürfen nur durchgeführt werden, wenn das Wandheizsystem unter Druck steht! Während der Putzarbeiten ist es sinnvoll aber nicht dringend erforderlich, die Wandheizung mit geringen Vorlauftemperaturen in Betrieb zu nehmen, damit die Kapillarröhrchen im warmen, d.h. ausgedehnten Zustand verputzt werden können. Da der Putzmörtel die Leitungen vollständig ummantelt, ist so für eine optimale Wärmeübertragung gesorgt. Diese Maßnahme gilt für jeden Typ Wandheizung, d.h. auch für Warmluftkanalsteine, Kachelöfen usw. Bei optimierten Fertiglehmputzen reduziert das Verputzen der Wandheizung im Heizbetrieb die Austrocknungszeiten z.T. beträchtlich.

Bei Bauteilen von mehr als 10 m Länge sind aufgrund thermischer Längenänderungen Fugen einzuplanen. Bei nachfolgenden dampfdichten Beschichtungen/Belägen (z.B. Fliesen oder Kacheln) wie z.B. im Bereich von Küchen, Kachelöfen usw. ist auf eine ausreichende Trocknung des Putzes zu achten.

Das Aufbringen einer Endbeschichtung, z.B. einer Tapete, eines Innenanstrichs oder eines Dekorputzes, sollte nach einer ersten Inbetriebnahme der Wandheizung erfolgen. Als Wartezeit zwischen Putzarbeiten und erstem Aufheizen sind 2 Wochen, besser sogar 4 Wochen in der Praxis sinnvoll. Der Aufheizvorgang selbst gestaltet sich in Analogie zu Fußbodenheizungen: Bei wasserdurchströmten Wandheizsystemen wird die Vorlauftemperatur beginnend mit 25°C jeweils nach einem Tag Haltezeit um 5°C erhöht, bis die maximale Betriebstemperatur laut Hersteller erreicht ist und die dann über einen längeren Zeitraum eingehalten werden muss.

Risse, die in dieser Phase auftreten, können bei karbonatisch und/oder hydraulisch gebundenen Putzmörteln sowie bei Lehmputzen beim Aufbringen der obersten Lage überarbeitet werden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn der Oberputz als Dekorputz ausgeführt wird und keine Beschichtung mit Tapeten o.ä. erfolgt.

14 Fazit

Momentan steht eine Vielzahl von unterschiedlichen Wandflächenheizsystemen zur Verfügung. Zunehmende Verbreitung finden wasserführende Register oder „Endlos“-Rohrsysteme, die immer kostengünstiger angeboten werden und mit Werk trockenmörteln einwandfrei verputzt werden können. Prinzipiell können Putzsysteme auf der Bindemittelbasis Gips, Kalk, Kalk-Zement und Lehm eingesetzt werden, die die Anforderungen an einen diffusionsoffenen Baustoff mit hoher Rohdichte und begrenzter Druckfestigkeit erfüllen müssen. Durch entsprechende Verarbeitungstechniken lassen sich in allen Fällen rissfreie Oberflächen herstellen. Die Abb. 7 und 8 zeigen beispielhaft zwei Objekte in den wichtigsten Ausführungsphasen vor und nach der Montage / Verputzen der Wandflächenheizung.



Abb. 7: Ausführungsbeispiel Wandheizsystem – hier Kupferrohrregister – im Bestand auf Innendämmung (vorher/nachher)

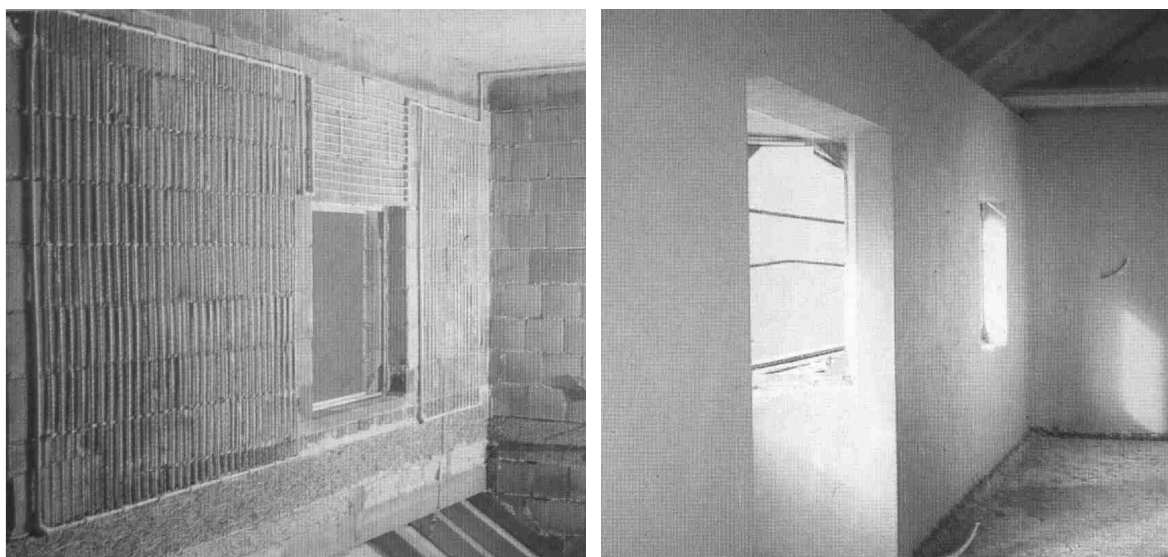


Abb. 8: Ausführungsbeispiel Wandheizsystem – hier Kunststoffrohrregister – im Neubau (vorher/nachher)



Abb. 9: Ausführungsbeispiel Wandheizsystem – hier Register aus Kunststoff-Aluminium Verbundrohren– bei einem Anbau an ein Bestandsgebäude (vorher/nachher)