Wandheizung
Teil 1: Grundlagen

Merkblatt
E-6-19
Ausgabe: 01.2024/D
Einspruchsfrist: 31.07.2024

Wall heating
Part 1: Basics

Chauffage mural
Partie 1: Bases

Deskriptoren
Wandheizung, Flächenheizung, Innendämmung, Wärmeverteilschicht, Wärmeübergabe

Key Words
Wall heating, surface heating, interior insulation, heat distribution layer, heat transfer

Mots-Clés
Chauffage mural, chauffage de surface, isolation intérieure, couche de distribution de chaleur, transfert de chaleur

Erläuterungen zum Merkblatt

Dieses Merkblatt gibt Vorgaben zur fachgerechten Anwendung von Wandheizungssystemen. Ergänzend sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen Fassung heranzuziehen:

2-14 »Funktionsputze«
4-5 »Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik«
4-11 »Messung des Wassergehaltes bzw. der Feuchte bei mineralischen Baustoffen«
6-1 »Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen«
6-2 »Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse«
6-4 »Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden«
6-5 »Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren«
6-15 »Technische Trocknung an durchfeuchteten Bauteilen Teil 1: Grundlagen«
7-1 »Erhaltung und Instandsetzung von Mauerwerk – Konstruktion und Tragfähigkeit«
8-2 »Fachwerkinstandsetzung nach WTA II: Checkliste zur Instandsetzungsplanung und Durchführung«
8-5 »Fachwerkinstandsetzung nach WTA V: Innendämmungen«

Freiexemplar

Inhalt

		Seite
1	Zielstellung	4
2	Begriffe	4
3	Allgemeine Hinweise	5
4	Voraussetzungen und Grenzen des Einsatzes von Wandheizungssystemen	6
4.1	Bestandsaufnahme	6
4.2	Anforderungen an den Feuchteschutz	6
4.3	Anforderungen an den Wärmeschutz	7
4.4	Nutzungsart	7
5	Anwendungsfälle von Wandheizungen	7
5.1	Bauweisen	7
5.2	Wandheizung auf Innendämmung	10
5.3	Wandheizung auf Außenwänden mit Außen- oder Kerndämmung	11
5.4	Wandheizung ohne Wärmedämmschicht	11
5.5	Wandheizung auf Innenwänden	11
6	Planungsgrundsätze	11
6.1	Grundlagen Anlagentechnik	11
6.2	Grundlagen Putze	12
6.3	Schnittstellenkoordination	13
6.4	Regelwerke	14
6.5	Projektablauf	14
7	Literatur	15

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.
Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Fraunhofer IRB | Verlag

Wandheizung – Teil 1: Grundlagen

Deutsche Fassung vom Januar 2024

Referat 6 Bauphysik

Leiter des Referates
Gregor Scheffler

Leiter der Arbeitsgruppe
Andrea Staar / Hilmar Emmerich

Mitglieder der Arbeitsgruppe
Lutz Baumann
Uwe Berghammer
Stefan Bichlmair
Jürgen Gänßmantel
Frank Georgi
Frank Hartmann
Olaf Janotte
Holger Lorenz
Dirk Nibbrig
Heike Pfaff
Alexander Range
Alexandra Schmitt
Antje Vargas
Ralph-René Zacharias

Erarbeitung des Merkblattes
Beginn der Arbeiten: September 2015
Ende der Arbeiten: November 2022
Merkblattentwurf: Januar 2024
Endgültige Fassung:

ISBN (E-Book) 978-3-7388-0929-9

Freiexemplar

WTA-Merkblätter

Herausgeber
Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.

Schriftleitung
Clemens Hecht, Tobias Steiner

Vertrieb
WTA Publications
Telefon +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Die WTA ist stets bemüht in ihren Merkblättern den jeweiligen aktuellen Stand des Wissens festzuhalten. Wenn Sie vor Ablauf der Einspruchsfrist Verbesserungen, Änderungen vorschlagen möchten, wenden Sie sich bitte direkt an den Leiter der Arbeitsgruppe.

© Alle Rechte bei der WTA International e.V.. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Die Angaben in diesem Merkblatt stützen sich auf den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse. Die WTA International e.V. kann jedoch keinerlei Haftung übernehmen. Vorschläge oder Einwände, die gegebenenfalls bei einer Neuauflage berücksichtigt werden können, sind an die Geschäftsstelle der WTA International e.V. zu richten.

Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

Den auftragvergebenden Architekten, Denkmalpflegeämtern und den staatlichen, kommunalen und kirchlichen Bauämtern wird nahegelegt, auf dieses und die weiteren Merkblätter der WTA zum Bautenschutz und zur Bauwerksinstandsetzung in Ausschreibungen und Aufträgen Bezug zu nehmen und deren Kenntnisnahme allen Auftragnehmern zur Auflage zu machen.

Fraunhofer IRB Verlag, 2024
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon +49 7 11 9 70-25 00
Telefax +49 7 11 9 70-25 99
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
http://www.baufachinformation.de

Kurzfassung

Im vorliegenden Merkblatt »Wandheizung – Teil 1 Grundlagen« werden die Voraussetzungen und Grenzen der Anwendung von Wandheizungen in Bestandsgebäuden vorgestellt. Insbesondere wird auf die Anforderungen an den Feuchteschutz und an den Wärmeschutz von Außenwänden eingegangen. Dargelegt werden Anwendungsfälle von Wandheizungen, Planungsgrundsätze zur Anlagentechnik und der Verwendung verschiedener Putzsysteme.

Deskriptoren: Wandheizung, Flächenheizung, Innendämmung, Wärmeverteilschicht, Wärmeübergabe

Abstract

This guideline “Wall heating – Part 1 Basics” presents the requirements and limits for the use of wall heating in existing buildings. In particular, the requirements for moisture protection and thermal insulation of external walls are discussed. Applications of wall heating systems, planning principles for system technology and the use of different plaster systems are explained.

Key Words: Wall heating, surface heating, interior insulation, heat distribution layer, heat transfer

Résumé

La présente fiche technique «Chauffage mural – Partie 1 Bases» présente les conditions et les limites de l’utilisation de chauffages muraux dans les bâtiments existants. Elle aborde notamment les exigences en matière de protection contre l’humidité et d’isolation thermique des murs extérieurs. Les cas d’application des chauffages muraux, les principes de planification de la technique d’installation et l’utilisation de différents systèmes d’enduit sont présentés.

Mots-Clés: Chauffage mural, chauffage de surface, isolation intérieure, couche de distribution de chaleur, transfert de chaleur

Freiexemplar

1 Zielstellung

Der Einsatz von Flächenheizungen gewinnt bei der energetischen Sanierung zunehmend an Bedeutung und leistet in Verbindung mit einer regenerativen Energieerzeugung einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden. Bei denkmalgeschützten Gebäuden und bei erhaltenswerten Fassaden bietet sich im besonderen Maße die Kombination aus Wandheizung und Innendämmungen an.

Dieses Merkblatt ist der erste Teil der Reihe »Wandheizung«. Es enthält Grundlagen für den Einsatz von Wandheizungssystemen zur Konditionierung des Raumklimas in Bestandsgebäuden – insbesondere in Kombination mit Innendämmungen. Es richtet sich an Bauherren, Sachverständige, Planende und Ausführende, um ihnen eine Hilfestellung bei der Planung von Wandheizungen in denkmalgeschützten Gebäuden und erhaltenswerter Bausubstanz zu bieten. Das Merkblatt behandelt die Funktion der Wandheizung als Wärmeübergabesystem zum Beheizen der Räume. Die Bauteiltemperierung zur Trocknung von Mauerwerk und die Möglichkeit der Nutzung zur Kühlung von Räumen zur Klimatisierung im Sommer werden in diesem Merkblatt nicht behandelt.

2 Begriffe

Bauteiltemperierung

Eine Bauteiltemperierung dient dazu, die Außenwände zu erwärmen, um u. a. Tauwasserprobleme zu vermeiden bzw. das Raumklima unter konservatorischen Gesichtspunkten positiv zu beeinflussen. Die Bauteiltemperierung dient nicht der alleinigen Deckung der Raumheizlast. Der Einsatz erfolgt vorrangig in denkmalgeschützten Gebäuden mit dem Ziel des Bautenschutzes bzw. zum Schutz von Kulturgütern. Bei einer Bauteiltemperierung werden in der Regel die Rohrleitungen vor dem Verarbeiten des Putzes in die Putzebene der Außenwand verlegt. Dabei gibt es auch unterschiedliche Ausführungsvarianten, z. B. mit Verlegung »auf Putz« an der Außenwand. Die Verlegung der Heizrohre erfolgt in der Regel im Sockelbereich der Außenwände und bei Bedarf auch an Innenwänden. Gelegentlich werden auch zusätzliche Heizrohre auf Höhe der Fensterbrüstung verlegt. Im Gegensatz zur Wandheizung ist jedoch keine vollflächige Belegung der Wand vorgesehen und unterscheidet sich dadurch von der Wandheizung. Eine detaillierte Beschreibung der Bauteiltemperierung sowie Berechnungsregeln finden sich in [11].

Freiexemplar

Innendämmsystem

Ein Innendämmsystem besteht aus einer Wärmedämmung, die auf der Innenseite einer Wand angebracht wird. Zum Innendämmsystem gehören neben der Wärmedämmung alle Systemkomponenten, wie z. B. Befestigung, Deckmaterialien. Innendämmsysteme werden zumeist an Außenwänden angebracht, aber zum Teil auch an Innenwänden zu unbeheizten Räumen oder Räumen anderen Nutzungseinheiten.

Mindest-Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Die energetischen Mindestanforderungen an die Gebäudehülle werden u. a. in der DIN 4108-2 beschrieben und beziehen sich vorrangig auf den sog. hygienischen Mindestwärmeschutz. Dieser soll mögliche Schimmelbildung und Oberflächenkondensat vermeiden.

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand nach DIN EN 1264-4

Im Teil 4 der DIN EN 1264 werden Mindest-Wärmedurchlasswiderstände (in der Norm als »Mindest-Wärmeleitwiderstände« bezeichnet) festgelegt. Diese sind abhängig von den Auslegungstemperaturen auf der Außenseite der Wand. Ziel ist eine Begrenzung des Wärmeverlustes des Heizsystems.

Raumheizlast nach DIN EN 12831

Das Verfahren zur Berechnung der Heizlast eines Raumes wird in der DIN EN 12831-1 beschrieben. Bei der Berechnung werden die Norm-Raumtemperatur, die von der Nutzung des jeweiligen Raumes abhängt, und die Norm-Außentemperatur des Ortes berücksichtigt. Die Raumheizlast setzt sich aus dem Transmissionswärmeverlust und dem Lüftungswärmeverlust zusammen. Sie dient als Grundlage der Auslegung der Wärmeübergabe.

Thermische Behaglichkeit

Thermische Behaglichkeit gibt die subjektive Zufriedenheit eines Individuums mit der thermischen Umgebung wieder. Sie wird durch unterschiedliche Faktoren, wie Temperatur der Raumluft und der Oberflächen, Verteilung der Lufttemperatur, Luftbewegung, Luftfeuchte sowie die Bekleidung und Aktivitäten der Menschen beeinflusst.

Thermische Entkopplungsschicht

Eine zusätzlich hinter der Wärmeverteilschicht angebrachte dünne Dämmschicht. Sie dient in erster Linie dazu, die Reaktionszeit des Wandheizungssystems zu verkürzen. Ein Einsatz ist vor allem bei Wandheizungssystemen angeraten, bei denen die Wärmedämmung nicht direkt hinter der Wärmeverteilschicht liegt (z. B. bei außengedämmten massiven Wänden).

Wandheizung

Eine Wandheizung ist eine Flächenheizung im Niedertemperaturbereich. Sie sorgt für die Erwärmung eines Raumes durch die Wärmeabgabe über die Wände. Die Wandheizung wird vorzugsweise an der Innenseite von Außenwänden angeordnet. Reicht diese Wandfläche zur Beheizung des Raumes nicht aus, können auch die zur Verfügung stehenden Innenwände mit genutzt werden.

Wandheizungssystem

Ein Wandheizungssystem besteht aus der Wandheizung und aus allen Komponenten zum Betreiben dieser Art von Flächenheizung. Hierzu zählen Rohrleitungen, Wärmeverteilschicht, Anbindeleitungen, Heizkreisverteiler, sowie sämtliche Regelungskomponenten.

Wärmeverteilschicht

Die Wärmeverteilschicht ist wesentlicher Bestandteil aller Flächenheizungssysteme. Sie wird in der Regel von der Bauteilschicht, die die Systemrohre umgibt, gebildet und dient der zügigen und gleichmäßigen Wärmeabgabe an den Raum (z. B. Putz oder Systemplatte im Trockenbau).

Freiexemplar

3 Allgemeine Hinweise

Eine Heizungsanlage besteht aus dem Wärmeerzeuger, der Wärmeverteilung und der Wärmeübergabe. Die Wärmeübergabe hat die Aufgabe, die Heizlast des Raumes zu decken. Maßgeblich für die Auswahl der Wärmeübergabe sind die vom Wärmeerzeuger bereitgestellten Systemtemperaturen. Als Wärmeübergabe können statische Heizflächen (wie Radiatoren, Profil- und Flachheizkörper, Konvektoren, Designheizkörper) und/oder Flächenheizungen eingesetzt werden. In Bestandsgebäuden ist unter Beachtung der konstruktiv verfügbaren Aufbauhöhe eine Anwendung der Flächenheizung im Fußboden, an der Decke und an Wänden möglich. Es können verschiedene Wärmeübergaben kombiniert werden, um die Heizlast des Raumes zu decken.

Im Vergleich zu klassischen Wärmeübergabesystemen, wie statische Heizflächen, werden Flächenheizungen mit niedrigeren Vor- und Rücklauftemperaturen betrieben. Der Einsatz von Flächenheizungen ist hierbei geeignet, die thermische Behaglichkeit und – aufgrund der niedrigen Systemtemperaturen – die Energieeffizienz der Heizungsanlage zu erhöhen. Flächenheizungen sind aus diesem Grund gut mit Brennwertgeräten, Wärmepumpen und Anlagen mit solarthermischer Heizungsunterstützung kombinierbar.

Maßgebend für die Auswahl der Art der Flächenheizung sind die baulichen und denkmalpflegerischen Voraussetzungen des Bestandes. In der Tabelle 1 sind ausgewählte Parameter zur Einordnung der Flächenheizungssysteme zusammengestellt, die bei der Entscheidungsfindung unterstützen.

Vergleichsgrundlage	Wandheizung	Fußbodenheizung	Deckenheizung
Maximale Oberflächentemperatur	40 °C	29 °C / 32 °C[1)]	32 °C bei [2)]
Empfohlene Vorlauftemperatur	30 bis 50 °C	30 bis 45 °C	30 bis 40 °C
Eignung zur Flächenkühlung	gut geeignet	bedingt geeignet	sehr gut geeignet
Möglichkeiten der Möblierung	begrenzt	begrenzt	nicht begrenzt

1) Die erhöhte Oberflächentemperatur ist nur in Randbereichen zulässig. Es zu beachten, dass für diese Temperatur nicht alle Bodenmaterialien geeignet sein.
2) Bei einer lichten Raumhöhe von 2,6 Meter; – bei höheren Räumen kann die max. Oberflächentemperatur und auch die Vorlauftemperatur höher sein

Tabelle 1 Gegenüberstellung der Flächenheizungssysteme

Wandheizungen kommen vorrangig zum Einsatz, wenn

- historische Befunde oder erhaltenswerte Oberflächen in Decken- oder Bodenbereichen vorliegen.
- Sanierungsmaßnahmen an Wänden durchgeführt werden (z. B. Innendämmungen) und der Einbau der Wandheizung einen geringen Mehraufwand bedeutet.
- eine Fußbodenheizung aufgrund von unzureichenden Aufbauhöhen nicht möglich ist.
- keine ausreichende Deckenhöhe für Deckenheizungen besteht.
- die Statik der Decken für eine Deckenheizung nicht ausreichend ist.
- im Gegensatz zu Fußboden- oder Deckenheizungen höhere Vorlauftemperaturen möglich sind. Hiermit kann eine höhere spezifische Heizleistung erreicht und die Heizfläche verringert werden.
- eine Umstellung des Energieträgers mit niedrigeren Systemtemperaturen, z. B. Nutzung von Umweltenergie über eine Wärmepumpe, geplant ist.

Da häufig die Außenwände mit Wandheizungen belegt werden, ist insbesondere bei Baudenkmalen oder erhaltenswerter Bausubstanz die Kombination mit einem Innendämmsystem sinnvoll, wobei in einzelnen Fällen auch außenliegende Dämmsysteme oder eine Kerndämmung zum Einsatz kommen können.

Bei Baudenkmalen sind die Grundsätze des Denkmalschutzes, wie die Erhaltung des Erscheinungsbilds und der Substanzerhalt, zu beachten. Insofern sind alle baulichen Maßnahmen mit der Denkmalpflege abzustimmen und bedürfen einer Genehmigung. Falls die Montage auf Wandflächen aufgrund des Schutzstatus nicht möglich ist, können die Möglichkeiten des Einsatzes einer Flächenheizung an Decken, Fußböden oder Innenwänden, als Alternative geprüft werden. Gegebenenfalls muss auf den Einsatz eines Flächenheizsystems komplett verzichtet werden.

Voraussetzung für den Einsatz einer Wandheizung ist eine schadensfreie Konstruktion. Insbesondere darf es keine Schäden oder unzuträglich hohe Belastungen durch aufsteigende Feuchte oder Salze geben. Der Untergrund muss tragfähig sein.

Um einen energieeffizienten Betrieb einer Wandheizung zu gewährleisten, ist ein Mindestgrad an Wärmeschutz der Wandkonstruktion nötig. Sofern hierfür eine Innendämmung zum Einsatz kommt, ist der Feuchteschutznachweis des Bauteilaufbaus inklusive der Schichten des gewählten Wandheizungssystems mit geeigneten Verfahren nachzuweisen.

Bei der Planung und Ausführung von Wandheizungssystemen ist immer der gesamte Systemaufbau zu betrachten. Die Aufgabenstellung zur Planung einer Wandheizung ist in einem frühzeitigen Planungsstadium zwischen den Bauherren, den Planenden und den Energieberatern abzustimmen. Darüber hinaus besteht Notwendigkeit einer Abstimmung zwischen den beteiligten Gewerken vor der Ausführung.

Freiexemplar

4 Voraussetzungen und Grenzen des Einsatzes von Wandheizungssystemen

4.1 Bestandsaufnahme

Vor dem Einsatz einer Wandheizung ist die dafür vorgesehene Wandfläche eingehend zu prüfen. Die Bestandskonstruktion ist entsprechend der DIN EN 13914-2, DIN 18350 und DIN 18550-2 hinsichtlich der Anforderungen an den Untergrund zu bewerten [1], [2], [3]. Darüber hinaus ist bei Kombination mit Innendämmsystemen das WTA Merkblatt 6-4 zu beachten.

Ergänzend hierzu sind Gebäudeangaben für die Heizlastermittlung nach DIN EN 12831, wie Gebäudestandort, Ausrichtung des Gebäudes/Abschirmung, Luftdichtheit, Wärmebrückenzuschlag, Grundrisse mit Bemaßung der Flächen, Schnitte, U-Werte der Bauteile, Angaben über die Anlagentechnik bzw. Heizungsanlage, zusammenzuführen [4], [5].

Sofern bei den Voruntersuchungen Schädigungen des Bauteils, wie z. B.: Salz- und Feuchtebelastungen, festgestellt werden, sind die Schadensursachen zu ermitteln und durch geeignete Sanierungsmaßnahmen abzustellen. Falls Schädigungen vorliegen, die sich nicht beseitigen lassen, ist die Möglichkeit des Einsatzes einer Wandheizung durch eine sachverständige Beurteilung zu bewerten.

4.2 Anforderungen an den Feuchteschutz

Für den Einsatz einer Wandheizung muss die feuchtetechnische Funktionalität des Bauteils einschließlich der ergänzten Bauteilschichten wie Schichten des Innendämmsystems und des Wandheizsystems, nachgewiesen sein. Der feuchteschutztechnische Nachweis muss ohne den Einfluss der Wandheizung erfüllt sein. Die Grundsätze der WTA-Merkblätter 6-4 und 6-5 zum Nachweis von Innendämmsystemen sind zu beachten.

Eine Wandheizung kann dazu beitragen, die feuchteschutztechnische Situation zu verbessern. Es ist zu beachten, dass diese Wirkung nur im Verlegebereich der Wandheizung und nur während ihres Betriebs auftritt.

4.3 Anforderungen an den Wärmeschutz

Als Mindestmaß für den Wärmeschutz wird die Einhaltung des hygienischen Mindestwärmeschutzes gemäß DIN 4108-2 der Bestandskonstruktion angesehen [6]. Dies bedeutet, dass z. B. eine massive Wand gegen Außenluft einen Wärmedurchgangswiderstand $R \geq 1{,}2\ m^2K/W$ aufweisen muss. Sofern diese Bedingung nicht gegeben ist, sollte der Wärmeschutz des Bauteils mindestens auf dieses Maß verbessert werden.

Eine weitere Erhöhung des Wärmedurchgangswiderstandes des Wandbauteils unter Beachtung bauphysikalisch-feuchtetechnischer Aspekte trägt zur Verbesserung der Effizienz der Wärmeübergabe bei und senkt die Transmissionswärmeverluste.

Die Qualität des Wärmeschutzes der Außenwand wird bei denkmalgeschützten Gebäuden und erhaltenswerten Fassaden durch die Dicke der Innendämmung bestimmt. Aus bauphysikalischen Gründen ist dieses Maß begrenzt. Es ist unter Beachtung der Hinweise aus Punkt 4.2 individuell auf die Außenwand abzustimmen.

Hinweis: Bei der Auslegung der Wandheizung ist zu beachten, dass bei denkmalgeschützten Gebäuden und bei erhaltenswerten Fassaden die Anforderungen der DIN EN 1264-4 [7] an die Wärmedämmschicht hinter der Wandheizung häufig nicht erreicht werden.

4.4 Nutzungsart

Die Nutzungsart eines Gebäudes ist grundsätzlich in Wohngebäude und Nichtwohngebäude zu unterscheiden. Sie hat einen großen Einfluss auf die Planung und Auslegung und ist zu erfassen und zu dokumentieren.

Bei Mischgebäuden ergeben sich aus der unterschiedlichen Nutzung einzelner Nutzungseinheiten in einem Gebäude oft sehr unterschiedliche Anforderungsprofile, die bei der Planung zu berücksichtigen sind.

Die Differenzierung der Nutzung eines Gebäudes bildet die Grundlage sowohl für die Auslegung als auch für die Regelungsstrategie der Wärmeübergabe.

Freiexemplar

5 Anwendungsfälle von Wandheizungen

Ein Wandheizungssystem besteht aus der Wandheizung und aus allen Komponenten zum Betreiben dieser Art von Flächenheizung. Hierzu zählen Rohrleitungen, Wärmeverteilschicht, Anbindeleitungen, Heizkreisverteiler, sowie sämtliche Regelungskomponenten. Für den effizienten Betrieb wird in der Regel eine Wärmedämmschicht hinter der Wandheizung benötigt. Dabei sind verschiedene Aspekte zu beachten, die im Folgenden erläutert werden.

Aus der Raum-Heizlast und dem gewählten System ergibt sich die mit einer Wandheizung zu belegende Fläche. Vorzugsweise sind die Außenwände mit den Heizflächen zu belegen. Sofern dies nicht möglich ist oder diese Flächen nicht ausreichen, können ebenfalls die Innenwände als Heizflächen genutzt werden.

Alternativ kann auch der Einsatz eines Decken- oder Fußbodenheizsystems erwogen werden. Dies wird unter Punkt 3 behandelt. Dabei sind die Auswirkungen auf die thermische Behaglichkeit zu berücksichtigen.

5.1 Bauweisen

Bei der Wandheizung wird in Nassbauweise und Trockenbauweise unterschieden. Bei der Trockenbauweise wird darüber hinaus in Modulbauweise und Registerbauweise differenziert. Im Folgenden erfolgt eine Beschreibung der Bauweisen und deren Bewertung zum Einsatz in Bestandsgebäuden. Darüber hinaus gibt es davon abweichende Bauweisen.

5.1.1 Nassbauweise

Bei der Nassbauweise liegen die Rohrleitungen in der Putzschicht. Die Rohrleitungen werden auf der Wandfläche über der Innendämmung montiert und eingeputzt. Die Putzlage stellt dabei die Wärmeverteilschicht dar.

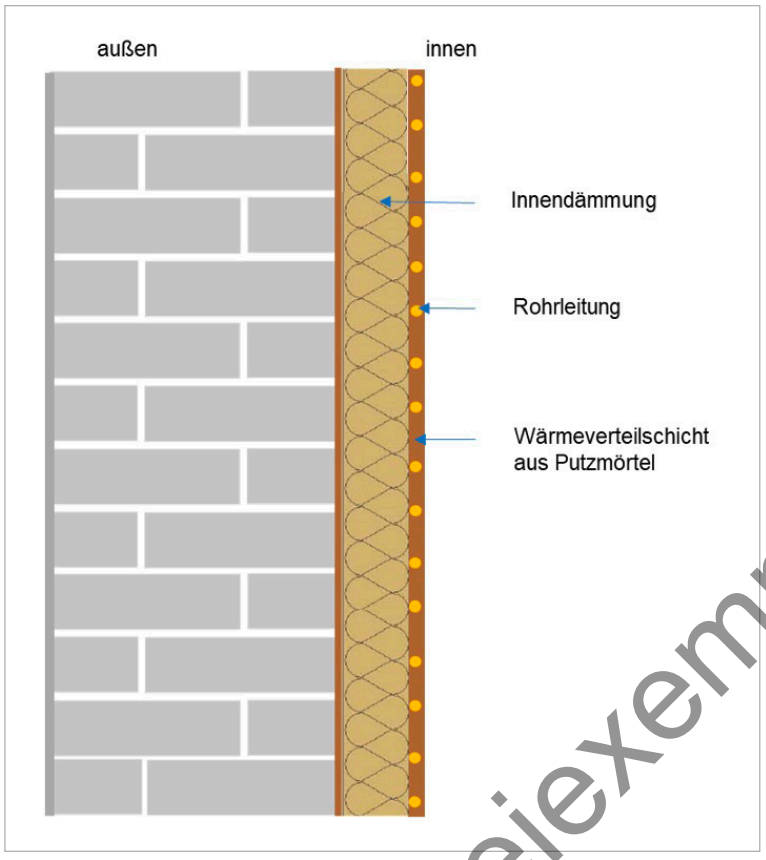

Bild 1 Wandheizung in Nassbauweise – Schematischer Systemaufbau auf einer innengedämmten Massivwand

Freiexemplar

Die Lastverteilung der Wärmeverteilschicht erfolgt durch den vollflächigen Verbund mit dem Untergrund, mit dem Vorteil, dass die darunter liegende Geschossdecke nicht belastet wird.

Ein weiterer Vorteil der Nassbauweise besteht in der Übernahme bzw. Rekonstruktion von bauzeitlichen Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten im Erscheinungsbild der Oberfläche.

Da keine vorkonfektionierten Elemente eingesetzt werden, findet keinerlei Einschränkung bei der Belegung der Wand statt. So können auch kleinere Flächen (z. B. zwischen Fenstern) mit Heizungsrohr belegt werden.

Aufgrund der zeitlichen Trennung von Heizungsbau und Verputzarbeiten ist hier eine klare Abgrenzung zwischen den Gewerken möglich.

Zu beachten ist, dass mit dieser Bauweise ein erhöhter Feuchteeintrag durch die für die Wandheizung erforderliche Putzdicke einhergeht. Der Putz wird meist mehrlagig aufgebracht und erfordert entsprechende Trocknungszeiten.

5.1.2 Trockenbauweise als Modulbauweise

Bei der Trockenbauweise als Modulbauweise handelt es sich um werkseitig vorgefertigte Systemplatten, bei der die Rohrleitungen in der Wärmeverteilschicht liegen. Die Systemplatte wird, wie in Bild 2. dargestellt, auf eine Unterkonstruktion aufgebracht. Die Innendämmung befindet sich innerhalb der Unterkonstruktion.

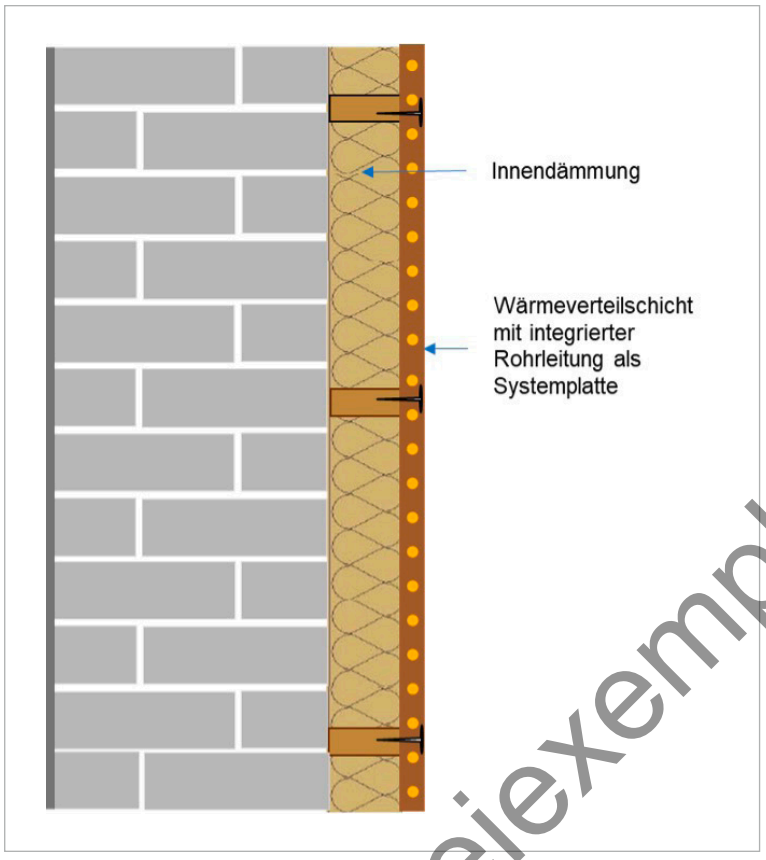

Bild 2 Wandheizung in Modulbauweise – Schematischer Systemaufbau auf einer innengedämmten Massivwand

Freiexemplar

Diese Bauweise ermöglicht einen schnelleren Baufortschritt, da die Trockenbauelemente zumeist nur noch mit Dünnlagenputzen beschichtet werden und somit nur noch kurze Trocknungszeiten anfallen.

Die Unterkonstruktion ermöglicht das Begradigen von unebenen Wänden, Unebenheiten lassen sich ohne Feuchteeintrag ausgleichen. In der Ebene der Unterkonstruktion können die Anbindeleitungen von den einzelnen Heizflächen zu den Verteilern verlegt werden, so dass andere Bauteile, wie beispielsweise erhaltenswerte Bodenbeläge, nicht beschädigt werden müssen.

Da die Trockenbauweise zumeist als Vorsatzschale ausgeführt wird, ist diese bauphysikalisch weniger fehlertolerant als die Nassbauweise (z. B. bezüglich Luftdichtheit). Weiterhin ist bei dieser Bauweise darauf zu achten, dass die Wärmeverteilschicht vollflächigen Kontakt zur Dämmung hat, um Luftzirkulation innerhalb der Konstruktion und damit verbundene mögliche Feuchteprobleme zu vermeiden.

5.1.3 Trockenbauweise als Registerbauweise

Bei der Trockenbauweise als Registerbauweise liegt die Wärmeverteilschicht oberhalb der Rohrleitungen, die in der Regel in einer Systemdämmplatte eingebettet sind. Um die Wärme an die Wärmeverteilschicht zu übertragen, werden Wärmeleitbleche eingesetzt.

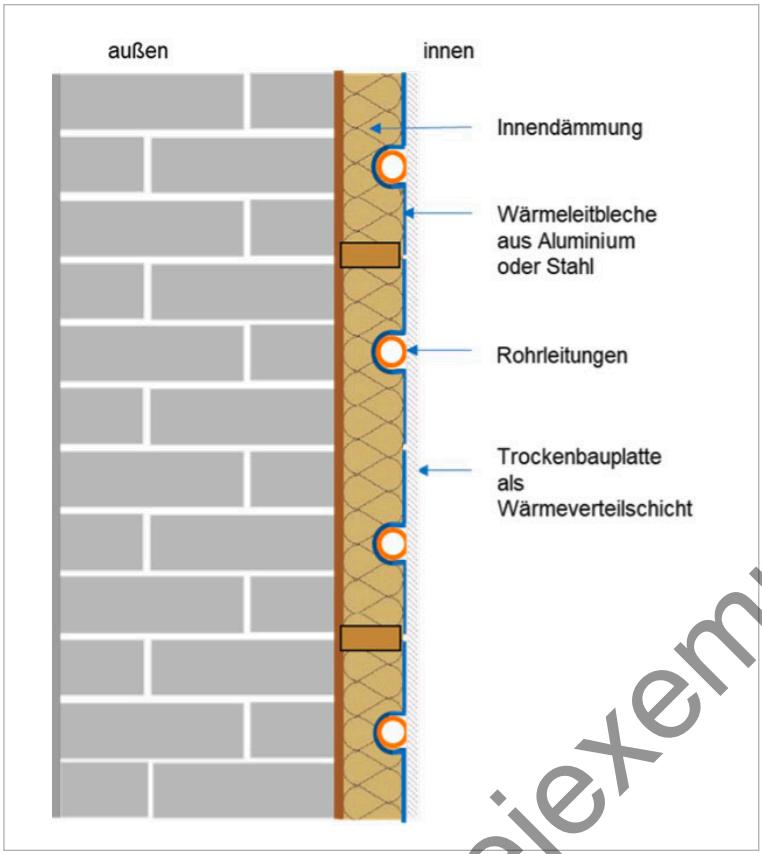

Bild 3 Wandheizung in Registerbauweise – Schematischer Systemaufbau auf einer innengedämmten Massivwand

Freiexemplar

Diese Bauweise ermöglicht einen schnellen Baufortschritt, da die Trockenbauplatte in den Anschluss- und Fugenbereichen verspachtelt wird und somit nur noch kurze Trocknungszeiten anfallen. Bei der Registerbauweise befindet sich das Rohr unter der Wärmeverteilschicht, so dass die Heizleistung im Vergleich zur Modulbauweise oder Nassbauweise geringer ist.

Diese Bauweise schränkt die Diffusionseigenschaften des Gesamtaufbaus der Außenwand in besonderem Maße ein. Insbesondere wird das Rücktrocknungspotential nach innen stark reduziert bzw. unterbunden. Dies ist bei der bauphysikalischen Beurteilung des Gesamtsystems zu berücksichtigen. Die Hinweise des WTA-Merkblattes 6-4 sind zu beachten.

5.2 Wandheizung auf Innendämmung

Bei der Ausführung von Wandheizungen auf Innendämmungen ist zu beachten, dass die Anforderungen an den Feuchteschutz eingehalten werden. In Abhängigkeit von den Eigenschaften der Innendämmung ergeben sich für den Feuchteschutz folgende Nachweisverfahren:

- Nachweisfreie Innendämmung nach DIN 4108-3 [8] gilt für Innendämmungen ohne Schlagregenbeanspruchung: $\Delta R < 0{,}5$ (m^2K/W), und bei $s_{di} > 0{,}5m$: $0{,}5 < R < 1{,}0$ (m^2K/W)
- Vereinfachter Nachweis nach WTA/FVID: Das Verfahren ist im WTA-Merkblatt 6-4 beschrieben. In Abhängigkeit von der Änderung des R-Wertes und der Saugfähigkeit des Untergrundes ergeben sich Anforderungen für den vereinfachten Nachweis.
- Feuchteschutznachweis mittels hygrothermischer Simulation: Die Berechnung ermöglicht eine Prognose des Feuchteverhaltens der Konstruktion. Dabei werden gebäude- und standortbezogene Außenklimabedingungen, Innendklimabedingungen und Baustoffeigenschaften berücksichtigt. Darüber hinaus kann der Einfluss von Baufeuchte und Wärmeenergieeinträgen abgebildet werden. Das Vorgehen wird im WTA-Merkblatt 6-5 ausführlich beschrieben.

Eine Außenwand mit Innendämmung und eine Außenwand mit Innendämmung und Wandheizung unterscheiden sich im hygrothermischen Verhalten. Grundsätzlich ist die Einhaltung des Feuchteschutzes ohne den Einfluss aus der Wandheizung nachzuweisen.

In Abhängigkeit von der gewählten Kombination aus Innendämmsystem und Wandheizung ergeben sich unterschiedliche bauphysikalische, technische und statisch-konstruktive Planungsanforderungen. Weitere Ausführungen enthält das Planungsmerkblatt.

5.3 Wandheizung auf Außenwänden mit Außen- oder Kerndämmung

Bei Außenwänden mit Außendämmung oder Kerndämmung müssen die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz ebenfalls erfüllt werden. Um eine effektivere Wärmeübergabe an den Raum zu erzielen und die Reaktionszeit des Systems zu verbessern, ist es notwendig, eine Dämmschicht zwischen Wand und Wärmeverteilschicht zur thermischen Entkopplung vorzusehen. Es wird empfohlen, mit der thermischen Entkopplungsschicht ein ΔR von 0,5 m^2K/W zu erreichen.

5.4 Wandheizung ohne Wärmedämmschicht

Flächenheizungen auf Wänden, die den Mindestwärmeschutz nicht einhalten, sind aus energetischer Sicht ohne zusätzliche Wärmedämmschicht nicht zu empfehlen.

Eine Wandheizung ohne Wärmedämmschicht sollte nur bei Sonderanwendungen, z. B. aus konservatorischen und denkmalpflegerischen Gründen, angewendet werden. Die bauphysikalischen und energetischen Auswirkungen dieser Maßnahme sind im Vorfeld umfassend zu untersuchen.

5.5 Wandheizung auf Innenwänden

Bei Innenwänden zwischen benachbarten Räumen mit unterschiedlichem Temperaturniveau ist zur thermischen Entkopplung eine Dämmschicht zwischen Wand und Wärmeverteilschicht vorzusehen. Es wird empfohlen, mit der thermischen Entkopplungsschicht ein ΔR von 0,5 m^2K/W zu erreichen.

Freiexemplar

6 Planungsgrundsätze

6.1 Grundlagen Anlagentechnik

Maßgebend für eine fachgerechte Auslegung einer Wandheizung ist die raumweise berechnete Heizlast nach DIN EN 12831 [4], [5].

6.1.1 Auslegung und Dimensionierung

Die Heizflächengröße wird durch die Heizlast des Raumes, die gewählte Vorlauftemperatur, die Temperaturspreizung und zu erzielende Raumtemperatur bestimmt. Rohrquerschnitt und Rohrlänge, Verlegeabstand, Rohrüberdeckung, Einbettungsmaterial und gegebenenfalls Belagsmaterial beeinflussen dabei die Heizleistung der Wandheizung.

6.1.2 Verlegung und Montage

Durch eine gezielte Positionierung der Wandheizungsfläche werden Behaglichkeitszonen in den Aufenthaltsbereichen der Räume geschaffen.

Die Verlegung erfolgt nach den allgemeinen technischen Verlegerichtlinien und den Vorgaben der Hersteller. Die Verlegung erfolgt fabrikatsabhängig und kann sehr verschieden sein. So sind sowohl handwerklich gefertigte Heizflächen und Rohrführungen, als auch Modul- oder Segmentinstallationen möglich. Entsprechend der Auslegung sind sowohl Verlegeabstände und Rohrüberdeckung, als auch die Dimensionierung der Heizkreise bei der Verlegung zu berücksichtigen.

6.1.3 Regelung

Die Regelung der Wandheizung erfolgt nach den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes GEG [9].

6.1.4 Inbetriebnahme

Eine protokollierte Druckprüfung sowie das Spülen und Entlüften beenden die Installationsarbeiten. Die Wahl des Druckprüfmediums (Wasser, Luft) ist dabei entsprechend der Baumaßnahme (Baudenkmal) und Bauzeitenplan (Jahreszeit) zu wählen.

Die elektrische Einbindung der Regeltechnik in die Elektroinstallation erfolgt durch einen Elektro-Fachbetrieb nach den Vorgaben der Heizungsfirma.

Sowohl zur Havarievermeidung, als auch für eine Wartung, ist die Dokumentation des installierten Wandheizungssystems zwingend. Hierbei haben sich eine Fotodokumentation sowie detaillierte Verlegepläne als Wandabwicklung mit Angaben zu Verlegeabstand, Anschlusspunkten und Benennung und Bezeichnung der Systembauteile bewährt.

6.2 Grundlagen Putze

6.2.1 Anforderungen an den Putzgrund

Vor den Putzarbeiten ist eine Druckprüfung des Wandheizungssystems durchzuführen. Bei den Putzarbeiten sind die Vorschriften der DIN 13914-2, der DIN 18550-2 sowie die Herstellerangaben unbedingt einzuhalten [1], [2].

Vor Beginn der Putzarbeiten ist der Putzgrund auf seine Eignung zu prüfen.

6.2.2 Bauphysikalische Anforderungen an die Putze

Die eigentliche Wandheizung und der Wandputz, beziehungsweise auch Bekleidung, müssen als ein gesamtes System gesehen werden.

Das Putzsystem muss die Wärme aus der durchströmten Wandheizung schnell an die Wandoberfläche ableiten und Wärme gut speichern können. Ein geeignetes Putzsystem für Wandheizungen sollte eine möglichst hohe Festmörtelrohdichte aufweisen; dies zunächst einmal unabhängig vom verwendeten Bindemittel. Leichtputze bzw. Dämmputze sind aus vorgenannten Gründen auszuschließen.

Für das Verputzen von Innenwänden stehen bekanntermaßen Gips-, Gipskalk-, Kalk-, Kalkzement- sowie Lehmputze zur Verfügung. Zementputze scheiden wegen ihrer hohen Abbindespannung und Druckfestigkeit i. d. R. aus. Prinzipiell weisen gipshaltige Baustoffe die höchste Wärmedehnung auf.

Dabei ist zu beachten, dass bei gleicher Rohdichte die Wärmespeicherung abhängig vom Bindemittel ist.

Die Putzüberdeckung des Heizrohres ist möglichst gering zu halten, um die Aufheizzeit des Raumes zu minimieren.

Freiexemplar

6.2.3 Art und Weise des Putzauftrages/Systemaufbau

In Abhängigkeit des verwendeten Putzes sind Verarbeitungsschritte und Abläufe (Aufbau) vorgegeben. Details sind in der Tabelle 2 beschrieben. Gips- bzw. Gipskalk-Putze werden einlagig aufgebracht und sind dadurch in ihrer Auftragsdicke begrenzt. Alle anderen Putze können mehrlagig aufgebracht werden, wodurch hohe Putzdicken möglich sind.

6.2.4 Trockenheizen und Funktionsheizen

Trockenheizen: Unterstützt den Putz bei der Abtrocknung bzw. beschleunigt das Entspannen des Putzes. Dabei können ggf. Risse entstehen, die mit dem Oberputz überarbeitet werden.

Funktionsheizen: ist zur Inbetriebnahme des Wandheizungssystems erforderlich und dient dem Nachweis der Funktionsfähigkeit der Wärmeübergabe. Vor Beginn des Funktionsheizens müssen bei Kalk- und Kalkzementputzen die Putzlagen und bei Gipsputzen die Putzlage abgebunden haben. Lehmputze müssen durchgetrocknet sein.

Lediglich bei gipsgebundenen Putzen können Trocken- und Funktionsheizen dieselbe Aufgabe übernehmen.

Während des Putzauftrages sind folgende Hinweise zu beachten, um Rissbildungen an der Oberfläche zu vermeiden:

Kalk-/Kalkzementputze

Bei Kalk- und Kalkzementputzen ist das Betreiben der Wandheizung innerhalb der ersten 14 Tage nach Auftrag des Putzes nicht zulässig. Sobald die Grundfestigkeit des Unterputzes erreicht ist, kann das Trockenheizen beginnen. Nach dem Abkühlen wird i. d. R. ein Armierungsputz sowie ein Oberputz aufgetragen. Haben diese abgebunden und sind ausgetrocknet, kann das Funktionsheizen beginnen.

Lehmputz

Das Trockenheizen des Lehmputzes kann direkt nach dem Auftragen der ersten Lage beginnen. Die Wandheizung kann in diesem Fall zur Unterstützung der Trocknung des Lehmputzes verwendet werden. Dies führt

zu verkürzten Trocknungszeiten und minimiert die Gefahr von Schimmelpilzbildung. Der Putzauftrag erfolgt mehrlagig, wobei jede Schicht erst vollständig durchgetrocknet sein muss, bevor die nächste Putzlage aufgebracht wird. Dies ist erreicht, wenn keine Farbveränderungen an der Oberfläche mehr auftreten. Zur Trocknung der einzelnen Putzschichten wird die Wandheizung direkt nach dem Putzauftrag mit einer geringen Vorlauftemperatur betrieben. Das Funktionsheizen beginnt, sobald auch der Oberputz durchgetrocknet ist.

Gipsputze

Die Abtrocknung von Gipsputzen kann nach einer Woche durch Trockenheizen unterstützt werden. Ist die Oberfläche weißtrocken (ohne weitere Farbveränderungen) ist das Funktionsheizen möglich.

6.2.5 Auswahlhilfe Putze

Bindemittel	**Lehm**	**Kalk/Kalkzement**	**Gips/Gipskalk**
Untergrundvorbehandlung	ggf. Lehmschlämme	ggf. Aufbrennsperre, Haftbrücke	ggf. Aufbrennsperre, Haftbrücke
Putzdicken maximal [mm]	60	60	30
Rohrüberdeckung ca. [mm]	10	10	10
Verarbeitung mehrlagig	ja	ja	nein
Rissminimierung	Gewebeeinlage	Armierungsputz	Gewebeeinlage
Abbinden und Austrocknen bei 20 °C und 50 % rel. Luftfeuchte (ohne Zusatzmaßnahmen)	>21 Tage (2 mm pro Tag)	>21 Tage (1 mm pro Tag)	>10 Tage (1 mm pro Tag)
Heizbetrieb des Systems während des Verputzens	ja	nein	nein
Standzeit bis zum Trockenheizen	Keine – beim/ab Verputzen möglich	mind. 2 Wochen, vor Auftrag der Armierungslage	mind. 1 Woche
Funktionsheizen	nach Durchtrocknung (Hellfärbung)	nach der Abbindung des Oberputzes	ab weißtrocken
Feuchteaufnahme/-abgabe[1)]	+++/++	+++/++	+
Beschichtungsoptionen	Oberputz, Anstrich	Oberputz, Anstrich, Fliese	Glättspachtelung, Anstrich
Maximale Vorlauftemperatur [°C]	70	70	40

1) Ein Innenanstrich kann die Feuchteaufnahme und -abgabe des Putzes in Abhängigkeit vom Wasserdampfdiffusionswiderstand wesentlich beeinflussen.

Tabelle 2 Auswahlhilfe Putze

Freiexemplar

6.3 Schnittstellenkoordination

Bei der Ausführung einer Wandheizung sind verschiedene Gewerke beteiligt. Im Bauprozess gibt es Schnittstellen zwischen bautechnischen und anlagentechnischen Leistungen.

Die Schnittstellenkoordination dient der erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme und dem Erreichen des Projektzieles. Die Leistung der Schnittstellenkoordination umfasst die Planung, Abstimmung und Dokumentation von Planungsprozessen, Abstimmungsergebnissen und Arbeitsschritten. Sie legt die korrigierbare Abfolge und Abstimmung einzelner Prozesse fest. Sie beginnt beim Bauen im Bestand bereits mit der Bestandsaufnahme. Für die Durchführung der Schnittstellenkoordination ist zu Projektbeginn ein Koordinationsverantwortlicher zu bestimmen. Die Verantwortung hierfür liegt beim Bauherren. Bei der Schnittstellenkoordination muss unterschieden werden zwischen den am Bau Beteiligten, den einzelnen Gewerken und den unterschiedlichen Regelwerken. Letztere können Widersprüche zueinander aufweisen, die bereits in der Planungsphase in Abhängigkeit des Umfangs von der jeweiligen Maßnahme berücksichtigt werden müssen.

Es wird empfohlen die einzelnen Koordinierungs- und Schnittstellenabläufe zu dokumentieren. Umfang und Art der Dokumentation richten sich nach der Aufgabenstellung der geplanten Maßnahme. Bei umfangreichen Maßnahmen wird empfohlen, eine Schnittstellenkoordination für jede einzelne Planungs- und Ausführungsphase zusammen mit den erforderlichen Arbeitsschritten aufzustellen.

Darüber hinaus gehende Informationen zur Schnittstellenkoordination finden sich in den Veröffentlichungen des BVF [10].

6.4 Regelwerke

Die Anwendung dieses Merkblattes schließt mögliche inhaltliche Widersprüche in den Regelwerken untereinander nicht aus. Bereits in der Planungsphase sind die für die Planung und Ausführung der Arbeiten einzelner Gewerke heranzuziehenden technischen Regeln und Produkte mit den zugehörigen Produktnormen aufeinander abzustimmen. Widersprüche sind dem Bauherrn zur Entscheidung vorzulegen. Eventuell müssen zusätzliche Beschaffenheitsvereinbarungen mit den jeweiligen Planenden und Ausführenden geschlossen werden. Dies wird insbesondere für den Fall empfohlen, wenn die Schnittstellenkoordination zu dem Ergebnis führt, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d.T.) nicht eingehalten werden können. Davon unberührt ist darauf zu achten, dass die Heizungsanlage und das Bauwerk mit Abschluss der Maßnahme voll funktionstüchtig sind. Nutzungseinschränkungen, die sich eventuell aus der Maßnahme ergeben, sind den Bauherren ausführlich zu beschreiben und zur Entscheidung vorzulegen. Sollten genehmigungsrelevante Eingriffe in die Bausubstanz erforderlich sein, ist eine frühzeitige Einbindung der Genehmigungsbehörden erforderlich.

Freiexemplar

6.5 Projektablauf

- Bestandsaufnahme
  1. Sichtung vorhandener Unterlagen (Pläne, Bauteilbeschreibungen usw.)
  2. Abgleich mit den örtlichen Gegebenheiten
  3. Gegebenenfalls weitergehende örtliche Untersuchungen
  4. Abklärung vorhandener Schäden
- Bauphysikalische Bewertung
  5. Beurteilung Feuchteschutz, ggfs. entsprechende Maßnahmen
  6. Beurteilung Wärmeschutz, ggfs. entsprechende Verbesserung
- Auswahl einer Bauweise
  7. Auswahl der gewünschten Bauweise der Wandheizung
  8. Abgleich der Eignung in Kombination mit der geplanten Dämmung
- Fachplanung Heizung
  9. Heizlastberechnung
  10. Auslegung der Wärmeübergabe unter Berücksichtigung des Wärmedurchlasswiderstandes der Bauteile
  11. Festlegung der Vor- und Rücklauftemperatur
  12. Festlegung der benötigten Fläche
  13. Planerische Positionierung der Wandheizung
- Schnittstellenkoordination
  14. Bestimmung der beteiligten Planer und Gewerke
  15. Festlegung der Zuständigkeiten
- Überwachung der Ausführung
  16. Kontrolle der Ausführung der baulichen Maßnahmen
  17. Kontrolle der Ausführung der technischen Maßnahmen
  18. Inbetriebnahme
  19. Dokumentation

7 Literatur

[1]	DIN EN 13914-2:2016-09	Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen – Teil 2: Innenputze; Deutsche Fassung EN 13914-2:2016
[2]	DIN 18350:2019-09	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Tel C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Putz- und Stuckarbeiten
[3]	DIN 18550-1:2018-02	Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze
[4]	DIN EN 12831-1:2017-09	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3; Deutsche Fassung EN 12831-1:2017
[5]	DIN/TS 12831-1:2020-04	Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast – Teil 1: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12831-1
[6]	DIN 4108-2:02-2013	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an Wärmeschutz
[7]	DIN EN 1264-4:2020-08	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung – Teil 4: Installation
[8]	DIN 4108-3:10-2018	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
[9]	GEG Gebäudeenergiegesetz	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden
[10]	Bundesverband Flächenheizung	Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in bestehenden Gebäuden. www.flaechenheizung.de
[11]	Bichlmair, S.	Die Temperierung und die Erhaltung von Gebäuden in traditioneller Bauweise – Wirkung auf Raumklima und Baukonstruktion. Dissertation (2020)

Freiexemplar