



1



2

IN KALTEN WIE IN WARMEN ZEITEN

(Text: Frank Hartmann; Fotos und Grafiken: Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie (BDH))

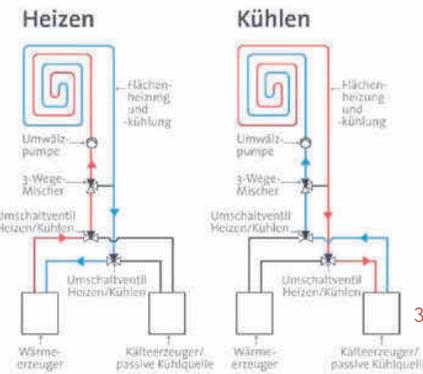
DIE FLÄCHENTEMPERIERUNG IN DER GEBÄUDESANIERUNG

Flächentemperierungssysteme bestimmen als Niedrigtemperatursysteme immer mehr die Gebäudetechnik. Aufgrund ihrer vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten bergen diese wassergeführten Systeme insbesondere in der energetischen Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden ein beträchtliches Anwendungspotenzial – nicht zuletzt aufgrund der Doppelfunktion von Heizen im Winter und Kühlen im Sommer mit ein und demselben System.

Während der Heizwärmebedarf sich seit Einführung der Energieinsparverordnung 2002 nahezu halbiert hat, ist der Bedarf an Gebäudekühlung im Sommer deutlich gestiegen. Prognosen der Europäischen Gemeinschaft zeigen ein weiterhin exponentielles Wachstum gekühlter (Gebäude-) Flächen auf. Es wird daher mit einer Steigerung allein des Energiebedarfs für die Raumklimatisierung von 2010-20 um 50 % gerechnet. Insgesamt wird ein Anstieg des Energieverbrauchs für Kühlzwecke bis 2020 um das 2,6-fache erwartet. Daher ist es sinnvoll, bei einer energetischen Sanierung die thermische Hülle nicht allein hinsichtlich der Reduzierung des Heizwärmebedarfs und der Vermeidung von Wärmeverlusten zu betrachten, sondern gleichfalls den gegenwärtigen Trend des steigenden sommerlichen Kühlbedarfs schon baukonstruktiv zu berücksichtigen. Dieser resultiert mitnichten nur aus internen Wärmelasten aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung, sondern gleichfalls auch aus sommerlichen Hitzelasten: Diese wiederum lassen sich aufgrund der immer größeren Verdichtung und Reduzierung klimaktiver Vegetationsflächen und, daraus folgend, der fehlenden Verdunstungskälte durch die Pflanzen v.a. im städtischen Umfeld nicht mehr ausgleichen. Hinzu kommt eine mancherorts ungeeignete Materialauswahl von Dämmstoffen und Schichtaufbauten der thermischen Hülle. Dies verursacht, dass

in den nahezu luftdichten Gebäuden die internen Wärmegewinne zwar im Winter den Heizwärmebedarf reduzieren, im Sommer aber als zusätzliche Wärmelasten wirken. In diesen Fällen sollte analog zur Heizlastberechnung nach DIN EN 12 831 für den Winterfall ebenso eine Kühllastberechnung nach VDI 2078 für den Sommerfall durchgeführt werden. Letztere Berechnungen erlauben auch die Feststellung, wie weit man mit einer passiven Kühlung kommt, oder ob gar eine aktive Kühlung notwendig ist. Stellt man die Ergebnisse aus Kühl- und Heizlast gegenüber, werden gleichermaßen auch etwaige Synergiepotenziale zur Effizienzsteigerung anschaulich: Im Sommer beispielsweise lässt sich die Trinkwassererwärmung z.B. mit einer aktiven Kühlung aus Flächenheiz- und Kühlsystemen kombinieren. Denn nicht zuletzt darin liegt ein entscheidender Vorteil der Flächentemperierung: Durch die Doppelfunktion von Heizen und Kühlen können interne Wärmelasten als Wärmegewinne genutzt werden.

Um den Heizwärmebedarf deutlich zu reduzieren, sollte in der heutigen wärmetechnischen Ausstattung von Gebäuden nämlich ohnehin zwischen Heizwärmebedarf und Trink-Warmwasserbedarf differenziert werden. Während sich ersterer aufgrund der geringeren Heizlasten durch effiziente Niedrigtemperatursysteme leicht bereitstellen lässt, bestehen für die Trink-Warmwasserversorgung, entsprechend der Nutzer-Anzahl und nicht zuletzt wegen Hygieneanforderungen, unverändert hohe Anforderungen mit Systemtemperaturen von mind. 55 °C. Daher ist grundsätzlich bei jeder Sanierungsmaßnahme zu prüfen, ob eine Trennung von Raumheizung (zentral) und Warmwasserbereitung (dezentral) zu erwägen ist, um die Anlageneffizienz grundsätzlich zu optimieren. Ein möglichst ausgeglichenes Temperaturspektrum ist hierfür beiderseits die Grundlage. Während für die Warmwasserbereitung eine elektrische Widerstandsheizung oder ein Wärmepumpenaggregat durchaus sinnvoll sein kann, verhält es sich in Sachen Raumwärme grundsätz-



3

	Oberflächentemperatur θ_s am Bauteil in °C		Wärmeübergangskoeffizient α am Bauteil in W/(m ² ·K)		Maximale spezifische Leistung $q_{s, \text{in}}$ in W/m ²	
	maximal beim Heizen	minimal beim Kühlen	Heizung	Kühlung	Heizung bei θ_s 20 °C	Kühlung bei θ_s 26 °C
Boden	29	19	10,8	6,5	ca. 100	ca. 45
Wand	40	18	8	8	ca. 160	ca. 65
Decke	29	18	6,5	10,8	ca. 60	ca. 85

4

lich vollkommen anders. Um die Energiewende nicht endgültig ad absurdum zu führen, sollte auf elektrische Raumheizungen de facto verzichtet werden. Denn selbst wenn der Primärenergiefaktor für Strom weiterhin nach unten »verordnet« wird, ändert sich der Energieträger als solcher in seiner Bereitstellung und regenerativen Verfügbarkeit nicht. Versprechungen wie etwa Elektroheizungen mit Überschüssen aus der Photovoltaik zu betreiben, sind mit höchster Vorsicht und klarem Menschenverstand in Anbetracht unserer Klimazone zu begegnen. Die schlichte Betrachtung von Jahres-Energiebilanzen hilft da auch nicht.

DOPPELFUNKTION UND SYSTEMVORAUSSETZUNGEN

Wasser geführte Heizsysteme wie Flächenheiz- und Kühlsysteme sind aufgrund des verwendeten Mediums Wasser in der Lage, reversibel betrieben zu werden, sodass man von einer ganzjährigen Flächentemperierung sprechen kann. Allein die variable Festlegung von Wärmequelle und Wärmesenke entscheidet darüber, ob es sich um den Heiz- oder den Kühlbetrieb handelt. Dabei wirkt der flächig in Boden, Wand oder Decke integrierte Wärmeüberträger mit dem Heizungswasser als Medium lediglich als Mittler, der je nach Bedarf für das Heizen einen Wärmeerzeuger und für das Kühlen entweder einen Kälteerzeuger zur aktiven Kühlung oder eine natürliche Wärmesenke zum passiven Kühlen bedarf. Wichtig ist es im Kühlfall, den Taupunkt nicht zu unterschreiten, um Wasserbildungen im oder am Bauteil zu vermeiden. Daher darf auf einen Taupunktwächter als sicherheitstechnische Einrichtung keinesfalls verzichtet werden, der bei Unterschreitung des Taupunkts das Kühlsystem automatisch abschaltet.

Verschiedene Wärmeerzeuger wie z.B. Brennwertgeräte, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen und Solarthermie – speziell Anlagen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden –

können beliebig mit einem Flächenheiz- und -kühlsystem kombiniert werden. Die Brennwerttechnik etwa verlangt in der Wärmeübertragung/Wärmeübergabe ein Niedrigtemperatursystem, denn der Brennwerteffekt kann nur realisiert werden, wenn die Vorlauftemperaturen deutlich unter 50 °C liegen. Auch die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe ist wesentlich von der Vorlauftemperatur des Wärmeübertragungssystems abhängig. Um also eine Heizungswärmepumpe oder einen Brennwert-Kessel effizient betreiben zu können, ist ein Niedrigtemperatursystem notwendig. Je niedriger die Vorlauftemperatur, desto größer ist im Übrigen auch die solare Deckungsrate zur Heizungsunterstützung der Solarthermie.

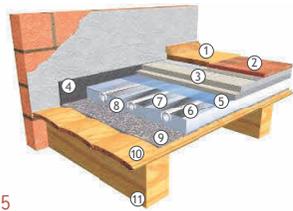
Ein Pufferspeicher steht bei einer energieeffizienten, multiplen Wärmeerzeugung und -bereitstellung im Mittelpunkt der Anlagentechnik und dient gleichermaßen als Schnittstelle der Wärme- bzw. Kälteerzeugung sowie deren Verteilung über »

[1] Installation einer Fußbodentemperierung bei einer energetischen Sanierung in Köln ...

[2] ... Die Platte des verwendeten Fußbodentemperierungssystems musste aufgrund problematischer Untergründe eine hohe Eigenstabilität bei gleichzeitig geringer Dicke aufweisen

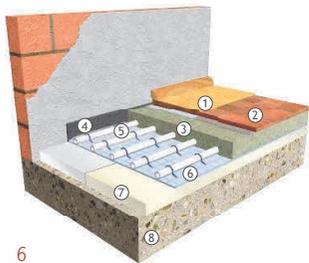
[3] Anlagenschemen (Hydraulik) für den Heiz- und Kühlbetrieb

[4] Typische thermische Kennwerte für eine Flächentemperierung (Werte in Anlehnung an DIN EN 1264 und DIN ISO 7730)



- ① Schwimmendes Parkett mit Ausgleichsunterlage
- ② Fliesen mit Flex-Fliesenkleber
- ③ Last- bzw. Wärmeverteilschicht/ Trockenstrichsystem
- ④ Randdämmstreifen mit PE-Folienlappen
- ⑤ PE-Folie
- ⑥ Systemrohr
- ⑦ Wärmeleitblech
- ⑧ System-Wärmedämmplatte
- ⑨ Gebundene Ausgleichsschüttung
- ⑩ Dielenboden
- ⑪ Holzbalkendecke

5



- ① Schwimmendes Parkett mit Ausgleichsunterlage
- ② Fliesen mit Flex-Fliesenkleber
- ③ Last- und Wärmeverteilschicht, Ausgleichsmasse
- ④ Randdämmstreifen mit PE-Folienlappen
- ⑤ Systemrohr
- ⑥ Dämmstoffunabhängige Systemplatte
- ⑦ Wärme- und Trittschalldämmung
- ⑧ Rohbetondecke

6

[5] Fußbodentemperierung:
Aufbau im Trockensystem und ...

[6] ... einem dämmstoffunabhängigen
Verlegesystem

[7] Wandtemperierung:
Aufbau im Trockensystem und ...

[8] ... in einem Modulsystem und ...

[9] ... einem Schienensystem

112

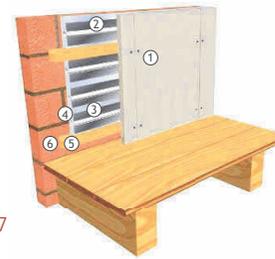
› einen sogenannten Etagenverteiler. Ein geregelter Heiz- bzw. Kühlkreis liefert genau die notwendige Vorlauftemperatur entsprechend einer witterungsgeführten bzw. raumklimageführten Steuerung.

FLINK ODER TRÄGE

Flächentemperierungssysteme zeigen nicht nur eine thermodynamische Analogie zu den Umschließungsflächen des Gebäudes, sondern bilden auch die Voraussetzung für die niedrigen Systemtemperaturen der Flächenheizung /-kühlung. Ein wesentlicher Faktor der Wärmeübertragungsleistung ist der Flächenbezug. Je größer die zu Verfügung stehende Wärmeübertragungsfläche, desto geringer ist die notwendige Übertemperatur des Massen-Volumenstroms im Wärmeübertragungssystem. Die Tabelle (Abb. 4) verdeutlicht das Temperaturspektrum von Flächentemperierungssystemen. Für ein »linkes« Regelverhalten ist die Schichtdicke der Materialüberdeckung ausschlaggebend. Eine schnelle Wärmewirkung ist bei geringen Materialaufbauten realisierbar, um binnen weniger Minuten (z. B. in Badezimmer oder Duschkablen) eine schnelle Komfortwärme (für temporäre Nutzung) zu erreichen. Ein größerer Materialaufbau über das Rohrsystem wie beispielsweise bei Heizstrichen (Fußbodenheizung im Estrich) wirkt hingegen »träger« und fördert die Wärmespeicherung des Bauteils im Raum mit sehr niedrigen Temperaturen, die eine Mindesttemperatur sicherstellt. Weitere Wand- und/oder Deckentemperierungssysteme können ergänzend den spezifisch erforderlichen Wärme-Komfort gewährleisten.

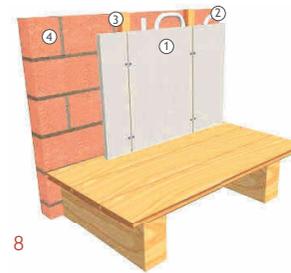
FUSSBODENTEMPERIERUNG

Im Rahmen energetischer Sanierungen wird unterschieden, ob der Fußbodenaufbau gegen beheizt oder unbeheizt angeordnet ist und ob und wo eine zusätzliche Dämmebene (etwa als Kellerdeckendämmung, zum Trittschallschutz oder bei einer nachträglichen Wohnnutzung von Kellerräumen) eingebracht werden soll. Kann der bisherige Bodenaufbau als auch an der Innenseite der Außenwände als auch an der Innenseite von Außenwänden. So erreicht man die natürlichste Form für das Wärmeempfinden des Menschen. Gerade an der Grenzlinie von Innenraum und Außenraum, wo die Transmissionen stattfinden, wirkt die Strahlungswärme in den Raum gerichtet am effektivsten. Gegenüberliegende Wände profitieren von der waagrecht Wärmestrahlung bis zu einer Entfernung von 4 m durch die Erhöhung ihrer Oberflächentemperaturen. Die geringe Oberputzschicht von < 10 mm ermöglicht eine sehr schnelle Wärmewirkung, um somit im Wechselspiel mit der passiven Solaranutzung durch Glasflächen ein wärmetechnisches Tandem mit höchster Effizienz zu schaffen – ohne die Gefahr einer Überhitzung.



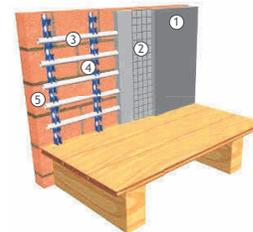
- ① Wärmeverteilschicht/ Trockenbauplatte
- ② Systemrohr
- ③ Wärmeleitblech
- ④ System-Wärmedämmplatte
- ⑤ Unterkonstruktion (z. B. Holz)
- ⑥ z. B. Rohwand oder verputzte Wand

7



- ① Modulsystemplatte
- ② Systemrohr
- ③ Unterkonstruktion (z. B. Holz)
- ④ z. B. Rohwand oder verputzte Wand

8



- ① Wärmeverteilschicht erste und zweite Putzschicht
- ② Armierungsgewebe
- ③ Systemrohr
- ④ Systemschienen
- ⑤ z. B. Rohwand oder verputzte Wand

9

WANDFLÄCHENTEMPERIERUNG UND HEIZKÖRPERNISCHEN

Die Wandflächentemperierung birgt wohl gerade in der energetischen Sanierung das höchste Potenzial. Die entsprechenden Elemente können an allen raumumschließenden Wänden positioniert werden, sowohl an Innenwänden als auch an der Innenseite von Außenwänden. So erreicht man die natürlichste Form für das Wärmeempfinden des Menschen. Gerade an der Grenzlinie von Innenraum und Außenraum, wo die Transmissionen stattfinden, wirkt die Strahlungswärme in den Raum gerichtet am effektivsten. Gegenüberliegende Wände profitieren von der waagrecht Wärmestrahlung bis zu einer Entfernung von 4 m durch die Erhöhung ihrer Oberflächentemperaturen. Die geringe Oberputzschicht von < 10 mm ermöglicht eine sehr schnelle Wärmewirkung, um somit im Wechselspiel mit der passiven Solaranutzung durch Glasflächen ein wärmetechnisches Tandem mit höchster Effizienz zu schaffen – ohne die Gefahr einer Überhitzung.

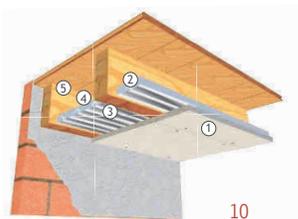
Um Wärmebrücken konsequent zu vermeiden, bietet sich eine Belegung der Innenseiten der Außenwandflächen auf der gesamten Länge an. Dies bewirkt nicht nur eine gleichmäßige Temperierung der Außenwand, sondern erlaubt auch auf eine vollflächige Belegung einzelner raumhoher Flächen verzichten zu können. Mit einer maximalen Wandheizungshöhe von < 1600 mm lässt sich ein kühler Kopf bewahren. Demnach bietet sich eine Brüstungs- bzw. Sockelausbildung an, die sich mit raumgestalterischen Akzenten kombinieren lässt und überdies eine Bohr- und Nagelfreiheit an den Wandflächen oberhalb der Wandtemperierungsfläche ermöglicht. Die Höhe kann sich z. B. an der Brüstungshöhe der Fenster orientieren, um eine einheitliche Horizontale festzulegen.

Eine Erhöhung der Vorlauftemperatur > 35 °C bis zu 45 °C wäre auch möglich, um der notwendigen Wärmeleistung (Einzelraum-Heizlast) zu entsprechen. Sollten sich dennoch Defizite hinsichtlich der Heizlast ergeben, können diese durch die Anordnung von Wandflächentemperierungsmodule (Abb. 8) an entsprechenden Innenwänden begegnet werden.

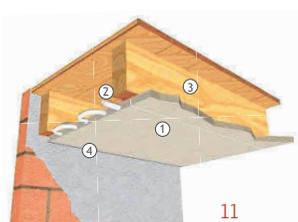
Massive Wärmebrücken wie Heizkörpernischen können vollflächig ausgefüllt werden und folglich eine unterbrechungsfreie Fläche bilden, was nicht nur die Boden-Wand-Kante in ein ganz anderes Bild rückt, sondern auch die Reinigung erleichtert. Unterschiedliche Brüstungshöhen zeigen dabei allerdings schnell die Einsatzgrenzen montagefreundlicher Fertigmodule auf und verweisen somit auf individuell verlegbare Wärmeübertragungsrohre inkl. Befestigung, wo auch andere geometrische Formen, wie z. B. Treppenaufgänge, vollflächig belegt werden können. Am Markt steht eine Vielzahl von Trockenbausystemen mit Dicken zwischen 12,5–20 mm und verschiedenen Rastermaßen zur Verfügung. In der Nassbauweise müssen Aufbauten von bis zu 18 mm vorgesehen werden, zzgl. einer Putzüberdeckung von mind. 5 mm.

Ändern sich Grundrisse, ändert sich i. d. R. auch die Position von Innenwänden. Diese können dann mit einer Wandflächentemperierung ausgestattet werden, die sich mit werkseitig vormontierten Modulbauelementen direkt in den Trockenbau integrieren lässt. Dabei sind Systemkombinationen vom C-Profil mit Gipsplatte bis hin zu Holzkonstruktionen mit Lehmbauplatten möglich und in den üblichen Rastermaßen realisierbar. Für entkernte Innenwände bietet sich ebenso ein Nass-System an, das mit unterschiedlichen Putzen (Lehm, Kalk, Gips, etc.) in die Innenwand integriert wird. Es sind verschiedene, frei wählbare Putzdicken möglich, wobei eine Mindestüberdeckung von 5 mm und entsprechender Armierung sichergestellt werden muss. Das Armierungsgewebe sollte nach allen Seiten großzügig über die Modulfläche hinausragen (besser 200 mm als 100 mm). Letztendlich ist der Unterputz sowie der Oberputz entsprechend seinen Zuschlägen und Beschaffenheit entscheidend für einen rissfreien Betrieb. »

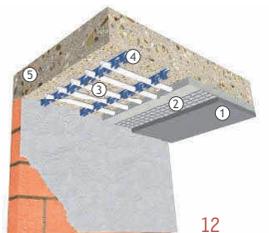
113



- ① Wärmevertischicht/
Trockenbauplatte
- ② Systemrohr
- ③ Wärmeleitblech
- ④ System-Wärmedämmplatte
- ⑤ Holzbalkendecke



- ① Modulsysteplate
- ② Systemrohr
- ③ Holzbalkendecke
- ④ Dauerelastische Versiegelung



- ① Wärmevertischicht,
erste und zweite Putzschicht
- ② Armierungsgewebe
- ③ Systemrohr
- ④ Systemschienen
- ⑤ Rohbetondecke

Trockenbauvarianten. Eine Wandflächenheizung kann sich bauphysikalisch auch positiv auf eine notwendige Innendämmung auswirken, wenn beispielsweise keine Außendämmung vorgesehen bzw. nicht möglich ist.

Entscheidend für eine höhere Energieeffizienz von Gebäuden sind die niedrigen Vorlauftemperaturen des Niedrigtemperaturesystems sowie die Doppelfunktion Heizen/Kühlen dieses Systems. Nur die Erneuerung der Wärmeerzeugung macht noch keine energieeffiziente Anlage, wichtig ist immer die Systemabstimmung. Um die Vorteile einer Niedrigtemperaturesystems in der Wärmeübertragung an den Raum voll ausschöpfen zu können, ist ein hydraulischer Abgleich der gesamten Anlage notwendig. Nur so kann sichergestellt werden, dass nicht mehr und nicht weniger Wärme dorthin gelangt, wo sie gebraucht wird. •

DECKENFLÄCHENTEMPERIERUNG

Bei hohen Räumen und v.a. wenn eine Boden- oder Wandtemperierung nicht möglich oder nicht erwünscht ist, empfiehlt sich die thermische Aktivierung von Deckenflächen. Für sie steht ein mindestens ebenso großes Potenzial zur Verfügung wie bei einer Fußbodentemperierung. Ein relevanter Unterschied besteht allerdings darin, dass keine Tür- oder Brüstungshöhen zu berücksichtigen sind – ebenso wenig Materialaufbauten, die einen thermischen Widerstand darstellen wie etwa bei Holz-, Teppich oder Laminatböden. Ferner kann die Deckenflächentemperierung auch mit raumakustischen Maßnahmen kombiniert werden. Besondere Vorteile bietet sie insbesondere in Verwaltungsgebäuden, die aufgrund großer Fensterflächen und hohen internen Gewinnen vielerorts einen Kühlbedarf fordern, der sonst oft mit der als unbehaglicher empfundenen Luftstromgeführten Kühlung bewerkstelligt wird. Für den Einsatz von Deckentemperierungssystemen gilt eine Mindestraumhöhe von 2,70 m, um wiederum bei einer maximalen Oberflächentemperatur von 29 °C den kühlen Kopf der Nutzer gewährleistet.

FAZIT

Die speziellen Modernisierungssysteme für die Integration von Flächenemperierungssystemen in bestehende Gebäude bieten gegenüber herkömmlichen Systemen insbesondere niedrige Konstruktions- bzw. Aufbauhöhen, ein geringeres Gewicht, schnellere Reaktionszeiten, sowie geringere Einbauzeiten und

{Literaturhinweise (Normen und Regelwerke, Auswahl):}

- DIN EN 1264 Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
- VDI-Richtlinie 2035 Blatt 1 »Vermeidung von Steinbildung« (2005) und Blatt 2 »Vermeidung von heizungswassereitiger Korrosion« (2009)
- DIN 18560 Estriche im Bauwesen
- Weitere Informationen bietet das BDH-Informationsblatt 51 »Flächenheiz- und /-kühlsysteme, Teil 2 Modernisierung«, s. www.flaechenheizung-bdh.de/fachinformationen/altbau/

{Terminankündigung:}

»Flächenheizung/-kühlung als Verbindungselement zwischen Architektur und Anlagentechnik«, Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) und Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), 29. November 2016, weitere Informationen und Anmeldung über www.flaechenheizung-bdh.de

{Hersteller von Flächenemperierungssystemen (Auswahl):}

- Bosch Thermotechnik, Gerlingen-Schillerhöhe, www.bosch-thermotechnik.de
- IVT, Rohr, www.ivt-group.de
- KERMI, Plattling, www.kermi.de
- mfh systems, Belm-Vehrte, www.mfh-systems.com
- Möhlenhoff, Salzgitter, www.moehlenhoff.de
- Oventrop, Olsberg, www.ventrop.de
- Rehau, Rehau, www.rehau.com
- Rettig Austria, Wartberg (A), www.vogelundnoot.com
- Rettig Germany, www.purmo.com
- Rotex Heating Systems, Güglingen, www.rotex-heating.de
- Roth Werke, Dautphetal-Buchenau, www.roth-werke.de
- Schütz, Selters, www.schuetz.net
- Vasco, Dortmund, www.vasco.eu
- Uponor, Haffurt, www.uponor.de
- Watts Industries Deutschland, Landau, www.wattsindustries.de
- WEM Wandheizung, Koblenz, www.wandheizung.de

[10] Deckentemperierung:
Aufbau im Trockensystem und ...

[11] ... in einem Modulsystem und ...

[12] ... einem Schienensystem