

Uponor Fußbodenheizung/-kühlung

DE Planungshinweise 10-2024



Technische Informationen Uponor Bodensysteme

Allgemeine Hinweise



Planungshinweise für
Fußbodenheizung
und -kühlung



Formblätter

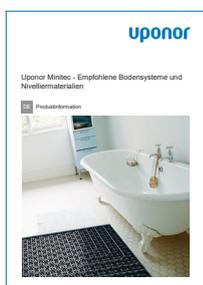
Direkt zum Uponor
Downloadcenter:



Uponor Bodensysteme Wohnungsbau



Uponor Minitec
Niedrigaufbausystem



Uponor Minitec
Bodensysteme und
Nivelliermaterialien



Uponor Tecto
Nassbausystem



Uponor Nubos
Nassbausystem



Uponor Tacker
Nassbausystem



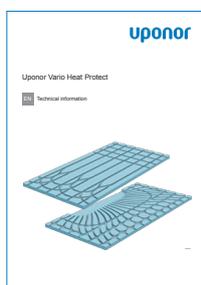
Uponor Classic
Nassbausystem



Uponor Klett
Nassbausystem



Uponor Klett
Twinboard
Nassbausystem



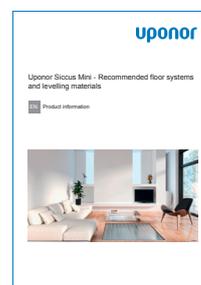
Uponor Vario Heat
Protect
Nassbausystem



Uponor Siccus
Trockenbausystem



Uponor Siccus Mini
Trockenbausystem



Uponor Siccus Mini
Klebstoff Übersicht

Uponor Bodensysteme Sonderlösungen



Uponor Magna
Industrieflächen-
heizung



Uponor Contec
Betonkernaktivierung

Uponor Lösungen

Fußbodenheizung und -kühlung

	Installationsart	System-Platten-dicke [mm]	Mindest-Aufbau-höhe* [mm]	Systemname	Beschreibung	Zugehörige Systemrohre	Di-men-sion [mm]
NASSBAU	Noppenplatte selbstklebend	—	≥ 15 **	Uponor Minitec	Sehr geringe Aufbauhöhe, direkt auf altem Untergrund (Estrich, Fliesen, Holz)	Comfort Pipe	9,9
	Systemplatten für den Standard-Wohnungsbau	DES 25-2 30-2 30-3 35-3 WLS032 25-2	≥ 74	Uponor Klett	Mikroverzahnung von Systemplatte und Rohr. Schnellste Verlegeart, keine Beschädigung der Estrichfolie	Klett Comfort Pipe PLUS Klett MLCP RED	14, 16 16
	Klettsystem auf bauseitiger Dämmung	3	≥ 52	Uponor Klett Twinboard	Klettverlegung auf bauseitiger Dämmung mittels Hohlkammer-Verlegeplatten 3 mm	Klett Comfort Pipe PLUS Klett MLCP RED	14, 16 16
	Klettsystem inkl. Mineralwolle-Dämmung	30	≥ 79	Uponor Klett Silent	Klettverlegung auf Mineralwolleplatten	Klett Comfort Pipe PLUS Klett MLCP RED	14, 16 16
	Systemplatte für FBH-Anschlüsse unter der Heizestrichschicht	32	≥ 74	Uponor Vario Heat Protect	Überdeckt mit dem Klett Twinboard zur Vermeidung überheizter Flure	alle Rohrleitungen zum Verteiler	
	Noppenplatte	11 oder 30-2	≥ 68	Uponor Tecto	Schnelle Rohrmontage, Systemplatten für Geschosstrenndecken, sicherer Halt	Comfort Pipe PLUS Blue Comfort Pipe PLUS MLCP RED	16 14, 17 14, 16
	Noppenplatte	11 oder 30-2	≥ 64	Uponor Nubos	Einfach in der Anwendung, normgerechte Verlegeabstände, freie Wahl der Dämmschicht (nur Noppenfolie)	Comfort Pipe PLUS Blue Comfort Pipe Comfort Pipe PLUS MLCP RED	16 16 14 14, 16
	Noppenfolie	—	≥ 53				
	Stahlmatten mit Clip	—	≥ 57	Uponor Classic	Freie Wahl der Dämmschicht. Hohes Trittschallverbesserungsmaß mit Mineralwolle. Klare Gewerketrennung Estrich/Heizung	Comfort Pipe PLUS Blue Comfort Pipe PLUS Magna Pipe PLUS	16, 20 17 20
	Tacker und U-Schiene	EPS DEO 20, 30 DES 20-2, 30-2, 30-3, 35-3, 40-3	≥ 69	Uponor Tacker	Preiswerteste Lösung. Unterschiedliche Wärme-/Trittschaldämmschichten lieferbar	Comfort Pipe PLUS Blue Comfort Pipe MLCP RED	16 16 14, 16
TROCKENBAU	Vorgeformte EPS-Platten und Alu-Wärmeleitlamellen	25	≥ 43	Uponor Siccus 14	Sofort nutzbar, schneller Baufortschritt	Comfort Pipe PLUS MLCP RED	14 14
	Vorgeformte XPS-Platten mit vollflächiger Wärmeübertragungsschicht aus Aluminium	15	≥ 15	Uponor Siccus Mini	Geringes Gewicht, sofort nutzbar, sehr geringe Aufbauhöhe	Comfort Pipe	9,9

* Systemplatte + Lastverteilungsschicht nach DIN 18560-2 / CAF

** Noppenfolie + Nivelliermasse

Inhalt

Planungshinweise zur Warmwasser-Fußbodenheizung/-kühlung	5
Wärmedämmforderungen für Fußbodenheizungen	5
Wohngebäude (Neuerrichtung)	5
Wärmedämmforderungen gemäß DIN EN 1264	6
Nichtwohngebäude (Neuerrichtung).....	7
Gebäudebestand (Einbau, Erneuerung, Änderung).....	8
Reduzierte Dämmforderung aus technischen Gründen.....	8
Baukonstruktive Planung (Fußbodenaufbau)	12
Nutzlasten auf Decken unterschiedlicher Nutzung	12
Einbaubedingungen.....	13
Komponenten für die Fußbodenkonstruktion	15
Wärme / Trittschalldämmung.....	16
Lastverteilschichten.....	17
Fugentechnik	19
Bodenbeläge.....	21
Auslegung Fußbodenheizung	23
Kriterien für die Auslegung	23
Berechnungsgrundlage	24
Auslegung Fußbodenheizung.....	26
Anwendungsbeispiel (Klett)	26
Auslegungsdiagramme für die detaillierte Berechnung.....	28
Auslegung Fußbodenkühlung	30
Auslegungshinweise	30
Auslegungsdiagramme für die Kühlleistungsauslegung.....	32
Hydraulik.....	34
Hydraulischer Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung	34
Allgemeine Vorgaben	35
Statisch Hydraulischer Abgleich.....	35
Dynamisch hydraulischer Abgleich	36

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urhebergesetz zugelassenen Ausnahmen ist ohne Zustimmung der Uponor GmbH nicht gestattet. Insbesondere Vervielfältigungen, der Nachdruck, Bearbeitungen, Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, Übersetzungen und Mikroverfilmungen behalten wir uns vor. Technische Änderungen vorbehalten.

Copyright
Uponor GmbH, Haßfurt

Planungshinweise zur Warmwasser-Fußbodenheizung/-kühlung

Wärmedämmanforderungen für Fußbodenheizungen

Hinsichtlich der Wärmedämmung von Flächenheizungen sind folgende Verordnungen und Normen heranzuziehen:

- GEG – Wärmeschutz von Flächenheizungen in der Gebäudehülle bzw. in Bauteilen, die an Räume mit deutlich niedrigeren Temperaturen angrenzen.
- DIN EN 1264 – Wärmeschutz von Flächenheizungen allgemein und als Ergänzung zum GEG von Flächenheizungen in Bauteilen, die Räume annähernd gleicher Temperatur trennen.

Die Regelungen zur Wärmedämmung von Flächenheizungen sind auf Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen anzuwenden.

Wärmedämmanforderungen gemäß GEG

Die Wärmedämmanforderungen für Bauteile des Gebäudes gelten unabhängig vom Heizsystem, so dass sich für Flächenheizungen keine höheren Anforderungen an den Wärmeschutz ergeben.

Wohngebäude (Neuerrichtung)

Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz neu zu errichtender Wohngebäude ist im GEG, Abschnitt 2, § 16 „Baulicher Wärmeschutz“ mit Verweis auf Anlage 1, (zu § 15 Absatz 1) geregelt (siehe unten aufgeführter Tabellenauszug).

§ 16 Baulicher Wärmeschutz (Auszug)

Ein zu errichtendes Wohngebäude ist so zu errichten, dass der Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts das 1,0 fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes nach § 15 Absatz 1 nicht überschreitet.

Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude) Auszug aus Anlage 1 (zu § 15 Absatz 1)

Zeile	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit) Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.3)	
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,28 W/(m ² ·K)
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,35 W/(m ² ·K)
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,20 W/(m ² ·K)

Wärmedämmanforderungen gemäß DIN EN 1264

Flächenheizungen, die weder in der Außenhülle des Gebäudes noch in Bauteilen zwischen Räumen sehr unterschiedlicher Temperaturen integriert sind, unterliegen hinsichtlich der Wärmedämmung nicht dem GEG.

Die „Fußbodenheizungsnorm“ DIN EN 1264 enthält jedoch Angaben zur Wahl der Wärmedämmung von Flächenheizungen, um einen möglichst großen Transmissionswärmestrom zum genutzten Raum erzielen zu können.

Die DIN EN 1264 ist aus Betrachtungen zur klassischen Fußbodenheizung entstanden und enthält teilweise noch die begrenzte Zuordnung zu einem „Fußboden – Heizungssystem“. Die angegebenen Mindestwärmelwiderstände sind jedoch sinngemäß auch auf Wand- und Deckenheizungen anzuwenden.

In der Norm wird darauf hingewiesen, dass nationale Bauvorschriften höhere Dämmwerte erfordern können. In diesem Zusammenhang gelten für nicht oder mit Unterbrechungen beheizte oder direkt auf dem Untergrund liegende Räume die bereits beschriebenen Anforderungen des GEG.

Mindest-Wärmelwiderstände der Dämmschichten (m²K/W) unter der Fußbodenheizung nach DIN EN 1264, Tabelle 1

	Wärmelwiderstand [m ² K/W]
Darunter befindlicher oder benachbarter beheizter Raum	0,75
Unbeheizter oder in Abständen beheizter darunter befindlicher oder direkt auf dem Erdreich befindlicher Raum ¹	1,25
Außenlufttemperatur im darunter befindlichen oder benachbarten Bereich:	
Auslegungs-Außentemperatur $\delta_d \geq 0 \text{ °C}$	1,25
Auslegungs-Außentemperatur $0 \text{ °C} \geq \delta_d \geq -5 \text{ °C}$	1,50
Auslegungs-Außentemperatur $-5 \text{ °C} > \delta_d \geq -15 \text{ °C}$	2,00

¹ Bei einem Grundwasserspiegel $\leq 5 \text{ m}$ sollte ein höherer Wert angesetzt werden.

Für andere beheizte oder gekühlte Flächen müssen die geforderten Mindestdämmwerte die maximalen Energieverluste unter Berücksichtigung der Art des angrenzenden Raums und des Auslegungs-Temperaturniveaus festgelegt werden.

Aufbauvarianten aller Uponor Fußbodenheizungssysteme zu diesem Wert sind im weiteren Verlauf dieser Unterlage dargestellt.

Nichtwohngebäude (Neuerrichtung)

Die Anforderungen an den Baulichen Wärmeschutz neu zu errichtender Nichtwohngebäude ist im GEG, Abschnitt 2, § 19, „Baulicher Wärmeschutz“ mit Verweis auf Anlage 3 geregelt (siehe Tabelle).

§ 19 Baulicher Wärmeschutz (Auszug)

Ein zu errichtendes Nichtwohngebäude ist so zu errichten, dass die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Anlage 3 nicht überschritten werden.

Die Anlage 3 enthält in Zeile 1 Werte für opake (also lichtundurchlässigen) Bauteile. Dazu zählt auch die Sohlplatte von Nichtwohngebäuden, die an das Erdreich grenzt.

Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräumen) oder Erdreich sind zusätzlich mit dem Faktor 0,5 zu gewichten. Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als 5 Meter vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind.

Die Berechnung ist für Zonen mit unterschiedlichen Raum-Solltemperaturen im Heizfall getrennt durchzuführen.

Es besteht die Möglichkeit, anstelle einer Dämmung welche unterhalb der Bodenplatte angeordnet ist, eine vertikale Perimeterdämmung vorzusehen. Gemäß DIN V 18599-2, Tabelle 5, ist eine energetische Gleichwertigkeit näherungsweise gegeben, wenn anstelle der 5 m breiten, waagerechten Anordnung einer Dämmschicht eine 2 m hohe, senkrecht angeordnete Dämmung mit demselben Wärmedurchlasswiderstand eingebaut wird.

Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (Nichtwohngebäude) Anlage 3, Zeile 1 (zu § 19)

Zeile	Bauteile	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19^{\circ}\text{C}$
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Gebäudebestand (Einbau, Erneuerung, Änderung)

Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz bei Änderung bestehender Gebäude ist im GEG, Abschnitt 1, § 48, mit Verweis auf Anlage 7 geregelt (siehe Tabelle).

§ 48 Anforderung an ein bestehendes Gebäude bei Änderung (Auszug)

Soweit bei beheizten oder gekühlten Räumen eines Gebäudes Außenbauteile (gegen Erdreich) im Sinne der Anlage 7 erneuert, ersetzt oder erstmalig eingebaut werden, sind diese Maßnahmen so auszuführen, dass die betroffenen Flächen des Außenbauteils die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 7 nicht überschreiten. Ausgenommen sind Änderungen von Außenbauteilen, die nicht mehr als 10 Prozent der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe des Gebäudes betreffen.

Reduzierte Dämm Anforderung aus technischen Gründen

Technische Gründe (z.B. Fußbodenaufbauhöhe)

Werden Maßnahmen nach den Nummern 6c ausgeführt und ist die Dämmschichtdicke im Rahmen dieser Maßnahmen aus technischen Gründen begrenzt, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke eingebaut wird, wobei ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ einzuhalten ist.

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen bei Änderung an bestehenden Gebäuden (Wohngebäude / Nichtwohngebäude) Anlage 7 (zu § 48) (Auszug)

Nummer	Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Außenbauteilen	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperaturen mindestens 19°C Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{\max}	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperaturen von 12 bis < 19°C
--------	---	--	---

Bauteilgruppe:

Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (mit Ausnahme von Dachräumen) sowie Decken nach unten gegen Erdreich, Außenluft oder unbeheizte Räume

6c	Decken, die beheizte Räume nach unten zum Erdreich, zur Außenluft oder zu unbeheizten Räumen abgrenzen: - Aufbau oder Erneuerung von Fußbodenaufbauten auf der beheizten Seite	$U = 0,50 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Keine Anforderung
----	---	---	-------------------

Anforderungen an die Einzelraumregelung

§ 63 Raumweise Regelung der Raumtemperatur
Wird eine heizungstechnische Anlage mit Wasser als Wärmeträger in ein Gebäude eingebaut, hat der Bauherr oder der Eigentümer dafür Sorge zu tragen, dass die heizungstechnische Anlage mit einer selbsttätig wirkenden Einrichtung zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet ist (diese Anforderung wird z. B. durch die Uponor Smatrix Einzelraumregelung erfüllt).

Ausnahmeregelungen

1. Bei Raumnutzflächen < 6 m² kann auf eine raumweise Regelung verzichtet werden.
2. Eine Fußbodenheizung, die vor dem 1. Februar 2002 eingebaut worden ist, darf abweichend der Vorgabe mit einer Einrichtung zur raumweisen Anpassung der Wärmeleistung an die Heizlast ausgestattet werden (evtl. Uponor Zonenventil).
3. Bei Heizungsanlagen, die nach dem 1. Feb. 2002 gebaut wurden und die keine Einzelraumregelung besitzen, müssen diese nachgerüstet werden

Baudenkmäler

Besonders erhaltenswerte Bausubstanz, wie z.B. Baudenkmäler, sind unter bestimmten Voraussetzungen von den Anforderungen des GEG ausgenommen.

§ 105 Baudenkmäler und sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz

(Auszug)

Soweit bei einem Baudenkmal, bei auf Grund von Vorschriften des Bundes- oder Landesrechts besonders geschützter Bausubstanz oder bei sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz die Erfüllung der Anforderungen dieses Gesetzes die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigt oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen, kann von den Anforderungen dieses Gesetzes abgewichen werden.

§ 102 Befreiungen (Auszug)

(1) Die nach Landesrecht zuständigen Behörden haben auf Antrag des Eigentümers oder Bauherren von den Anforderungen dieses Gesetzes zu befreien, soweit

1. die Ziele dieses Gesetzes durch andere als in diesem Gesetz vorgesehene Maßnahmen im gleichen Umfang erreicht werden oder
2. die Anforderungen im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen.

Eine unbillige Härte liegt insbesondere vor, wenn die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer, bei Anforderungen an bestehende Gebäude innerhalb angemessener Frist durch die eintretenden Einsparungen nicht erwirtschaftet werden können, das heißt, wenn die notwendigen Investitionen nicht in einem angemessenen Verhältnis zum Ertrag stehen. Eine unbillige Härte liegt auch vor, wenn die notwendigen Investitionen nicht in einem angemessenen Verhältnis zum Wert des Gebäudes stehen. Hierbei sind unter Berücksichtigung des Ziels dieses Gesetzes die zur Erreichung dieses Ziels erwartbaren Preisentwicklungen für Energie einschließlich der Preise für Treibhausgase nach dem europäischen und dem nationalen Emissionshandel zu berücksichtigen. Eine unbillige Härte liegt auch vor, wenn auf Grund besonderer persönlicher Umstände die Erfüllung der Anforderungen des Gesetzes nicht zumutbar ist.

Unwirtschaftlichkeit von GEG Maßnahmen

Für Maßnahmen, die im Zuge der Altbausanierung per GEG vorgeschrieben sind, kann eine Befreiung der Umsetzungspflicht im Einzelfall auf drei Arten erwirkt werden.

1. die Befreiung, soweit gesetzliche Anforderungen zu einer unbilligen Härte führen.
2. die Befreiung für den Fall, dass die Ziele des Gesetzes durch andere als in diesem Gesetz vorgesehene Maßnahmen im gleichen Umfang erreicht werden.
3. Eine unbillige Härte liegt auch vor, wenn auf Grund besonderer persönlicher Umstände die Erfüllung der Anforderungen des Gesetzes nicht zumutbar ist.

Rechtliche Grundlage der Wirtschaftlichkeit

Nach § 5 des GEG gilt für die in diesem Gesetz sowie in den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen aufgestellten Anforderungen und Pflichten der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit.

§ 5 Grundsatz der Wirtschaftlichkeit (Auszug)

Die Anforderungen und Pflichten, die in diesem Gesetz oder in den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen aufgestellt werden, müssen nach dem Stand der Technik erfüllbar sowie für Gebäude gleicher Art und Nutzung und für Anlagen oder Einrichtungen wirtschaftlich vertretbar sein.

Anforderungen und Pflichten gelten als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Bei bestehenden Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen ist die noch zu erwartende Nutzungsdauer zu berücksichtigen.

Unternehmererklärung für durchgeführte Maßnahmen

Gemäß § 96 müssen diejenigen Fachleute, die geschäftsmäßig an oder in bestehenden Gebäuden Arbeiten durchführen, dem Eigentümer unverzüglich nach Abschluss der Arbeiten schriftlich bestätigen, dass die von ihnen geänderten oder eingebauten Bau- oder Anlagenteile den Anforderungen des GEG entsprechen (Unternehmererklärung). Mit der Unternehmererklärung erfüllen die betroffenen Fachleute ihre Nachweispflicht gemäß GEG.

Folgende Arbeiten am Gebäude erfordern diesen privaten Nachweis (Auszug):

- Änderung von Außenbauteilen
- Dämmung oberster Geschossdecken
- Einbau von Zentralheizungen
- Ausstattung von Zentralheizungsanlagen mit Regelungseinrichtungen
- Einbau von Umwälzpumpen in Zentralheizungen und Zirkulationspumpen in Warmwasseranlagen
- erstmaliger Einbau, Ersatz oder Wärmedämmung von Wärmeverteilungsleitungs- und Warmwasserleitungen sowie Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen.
- Einbau von klima- und raumlufttechnischen Anlagen

Die Unternehmererklärung ist vom Eigentümer mindestens zehn Jahre aufzubewahren und diese ist der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Durchlaufende Heizkreisleitungen in Fluren und Durchgangsräumen

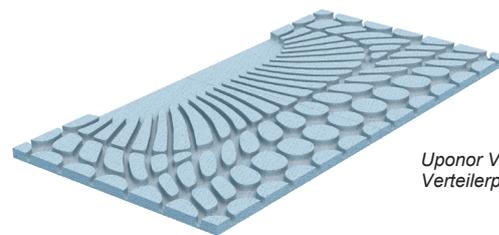
Unkontrollierte Wärmeabgabe

Insbesondere im Anschlussbereich vor dem Verteiler ist die Wärmeabgabe von Heizkreisleitungen durch den engen Verlegeabstand besonders hoch. Diese Konzentration auf engstem Raum führt zu einer höheren Oberflächentemperatur und ggf. zu einem unzulässigen Anstieg der Oberbodentemperatur oder zu hohen Raumtemperaturen in dem betroffenen Raum. Aber auch Zuleitungen, die z.B. durch einem Flur vom zentralen Heizkreisverteiler zu den angeschlossenen Heizkreisen verlaufen, tragen zu einer unkontrollierten, nicht regelbaren Wärmeabgabe an den betreffenden Raum bei. Das kann folgende Probleme hervorrufen:

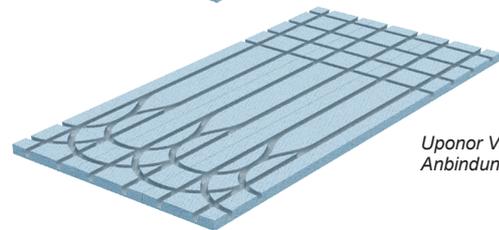
- Die gemäß § 63 GEG für Räume > 6 m² geforderte Einzelraumregelung ist nicht realisierbar, da kein Platz für einen eigenen Heizkreis im Raum vorhanden ist.
- Die Raumtemperatur in dem betroffenen Raum ist dadurch entweder zu hoch oder zu niedrig.
- Die zulässige Oberflächentemperatur wird überschritten, was zu Schäden am Oberbelag und physiologischen Beeinträchtigungen beim Raumnutzer führen kann.
- Der betroffene Raum kann durch die Übertemperierung für die beabsichtigte Nutzung unbrauchbar werden (z.B. Vorratsraum).

Wärme gedämmte Zuleitungsführung mit Uponor Vario Heat Protect

Uponor Vario Heat Protect ist ein Verlegesystem für Fußbodenheizungs-Anbindeleitungen zur Vermeidung von unkontrolliert überheizten Fluren und Durchgangsräumen. Zudem sorgen sie für die Unterschreitung der maximalen Oberflächentemperaturen in Räumen, in denen Heizkreisverteiler montiert werden. Zur Verlegung vor dem Verteiler und zur Zuleitungsverlegung im Raum stehen zwei unterschiedliche Dämmplatten mit integrierten Rohrführungen zur Verfügung. Die Elemente werden unterhalb der Heizebene verlegt und mit Uponor Klett Twinboard Elementen abgedeckt. Die Zuleitungen werden im Übergangsbereich zu den einzelnen Heizkreisen in den angrenzenden Räumen estrichdicht in die Heizebene geführt.



Uponor Vario Heat Protect Verteilerplatte



Uponor Vario Heat Protect Anbindungsplatte

Baukonstruktive Planung (Fußbodenaufbau)

Allgemein

Uponor Fußbodenheizung/-kühlsysteme sind für den Einsatz in unterschiedlichsten Gebäuden und für unterschiedliche Nutzungen konzipiert. Bei der Planung sind neben den Wärmedämm- und Schallschutzanforderungen auch die statischen Anforderungen an den Fußbodenaufbau zu beachten. Je nach Art der Nutzung ist das geeignete Uponor System auszuwählen. Außerdem sind eventuell notwendige Zusatzdämmstoffe

und Estrichdicken und -qualitäten für die jeweilige Nutzungsart einzuplanen. Eine Übersicht üblicher Nutzlasten für unterschiedliche Nutzungsarten zeigt die folgende Tabelle.

Bei der Planung des Fußbodenaufbaus einer Flächenheizungsanlage sind die jeweiligen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, VOB und Normen zu beachten.

Nutzlasten auf Decken unterschiedlicher Nutzung für Decken gem. DIN EN 1991-1-1

Kategorie	Nutzungsmerkmal - Beispiel	Nutzlast q _k [kN/m ²]	Einzellast Q _k [kN]
A	Wohnflächen - Räume in Wohngebäuden und -häusern, Stations- und Krankenzimmer in Krankenhäusern, Zimmer in Hotels und Herbergen, Küchen, Toiletten.	2,0	2,0
B	Büroflächen	3,0	4,5
C	Flächen mit Personenansammlungen		
C1	- Flächen mit Tischen usw., z.B. in Schulen, Cafés, Restaurants, Speisesälen, Lesezimmern, Empfangsräumen.	3,0	4,0
C2	- Flächen mit fester Bestuhlung, z.B. in Kirchen, Theatern, Kinos, Konferenzräumen, Vorlesungssälen, Versammlungshallen, Wartezimmer, Bahnhofswartesaalen.	4,0	4,0
C3	- Flächen ohne Hindernisse für die Beweglichkeit von Personen, z.B. in Museen, Ausstellungsräumen usw. sowie Zugangsflächen in öffentlichen Gebäuden und Verwaltungsgebäuden, Hotels, Krankenhäusern, Bahnhofshallen.	5,0	4,0
C4	- Flächen mit möglichen körperlichen Aktivitäten von Personen, z.B. Tanzsäle, Turnsäle, Bühnen.	5,0	7,0
C5	- Flächen mit möglichem Menschengedränge, z.B. in Gebäuden mit öffentlichen Veranstaltungen, wie Konzertsälen, Sporthallen mit Tribünen, Terrassen und Zugangsbereiche und Bahnsteige.	5,0	4,5
D	Verkaufsflächen		
D1	- Flächen in Einzelhandelsgeschäften	4,0	4,0
D2	- Flächen in Kaufhäusern Flächen mit möglicher Stapelung von Gütern einschließlich Zugangsflächen	5,0	7,0
E1	- Lagerflächen einschließlich Lagerung von Büchern und Akten.	7,5	7,0

Anmerkung: Für Flächen mit Industrieller Nutzung E2 oder Lagernutzung siehe DIN EN 1991-1-1 Abschnitt 6.3.2

Einbaubedingungen

Bauzustand

Vor dem Einbau der Fußbodenkonstruktion sollen Fenster und Außentüren eingebaut, Wandputze und Montagen von haustechnischen Installationen sowie der Einbau von Türzargen und der Verputz von Rohrschlitzern abgeschlossen sein. Alle an den Fußboden angrenzenden Bauteile müssen vorhanden sein. Die Forderungen der DIN 18560, Teil 2, Abschnitt 5 „Bauliche Anforderungen“, sind zu berücksichtigen. Insbesondere: Aufgehende Bauteile, für die ein Wandputz vorgesehen ist, müssen zum Verlegen der Dämmschichten schwimmender Estriche verputzt sein. Bauwerksfugen im tragenden Untergrund dürfen nicht von Heizelementen gekreuzt werden.

Tragender Untergrund

Der tragende Untergrund muss zur Aufnahme des schwimmenden Estrichs ausreichend trocken sein und eine ebene Oberfläche haben. Ebenheit und Winkel-toleranzen müssen DIN 18202 entsprechen. Er darf keine punktförmigen Erhebungen, Leitungen, Rohrleitungen, Kanäle oder andere Einbauteile aufweisen, die zu Schallbrücken und/oder Schwankungen in der Estrichdicke führen können.

Installationsebene

Wenn Leitungen, Rohrleitungen, Kanäle oder andere Einbauteile auf dem tragenden Untergrund verlegt werden sollen, ist bauwerksplanerisch eine separate Installationsebene zu definieren, zu planen und in der Konstruktionshöhe zu berücksichtigen.

Falls Rohrleitungen auf dem tragenden Untergrund verlegt sind, müssen sie fest verlegt sein. Rohrummantelungen müssen für den Einsatz in Fußbodenkonstruktionen geeignet und ausreichend belastbar sein. Dies ist bauwerksplanerisch sicherzustellen.

Durch eine Ausgleichsschicht ist die Installationsebene aufzufüllen und wieder eine ebene Oberfläche zur unterbrechungsfreien Aufnahme der Dämmschicht zu schaffen. Die dazu erforderliche Konstruktionshöhe muss eingeplant sein. Details können der DIN 18560-2 entnommen werden.

Über den bauseits vorzuhaltenden Höhenbezugspunkt je Geschoss muss kontrolliert werden, ob die vorgesehene Konstruktionshöhe durchgehend gewährleistet ist.

Gefälle

Soll die Oberfläche des schwimmenden Estrichs im Gefälle liegen, so muss dies bereits im tragenden Untergrund vorhanden sein, damit der Estrich in gleichmäßiger Dicke hergestellt werden kann.



Bauwerksabdichtung

Bauteile, die an das Erdreich grenzen, also Erdgeschossfußböden nicht unterkellerten Gebäude- oder Kellergeschossfußböden, müssen je nach Belastungsfall gem. DIN 18533 abgedichtet sein. Die Notwendigkeit und Art dieser Arbeiten liegt im Entscheidungsbereich des Hochbaugewerks und ist im Anwendungsfall bauliche Voraussetzung vor Einbringung der Flächenheizung. Da diese Bauwerksabdichtungen mit weichmacher- bzw. lösungsmittelabscheidenden Materialien ausgeführt werden können, ist vor dem Einbringen der Polystyrolämmung eine Lage Uponor Multi PE-Folie auszuliegen.

Wird bauseits in Nassräumen (Bäder, Duschen usw.) eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser vorgesehen, so ist die Abdichtung oberhalb der Lastverteilschicht durchzuführen. Hierdurch wird automatisch der Estrich mitgeschützt.

Ausgleichsschichten

Erfüllt der tragende Untergrund nicht die geforderten Ebenheitstoleranzen, so ist ein Niveaueinbau mittels einer geeigneten Ausgleichsschicht erforderlich. Diese Forderung gilt für Holz- und Betondecken im Neu- und Altbau.

Auf Rohdecken eignen sich hierfür u.a. Nivelliermassen oder kunstharzvergütete Schnellestriche. Zu beachten sind die Herstellerangaben hinsichtlich Verlegereife – Restfeuchtigkeit in der jeweiligen Ausgleichsschicht – und Hinweise über Grundierungen bzw. Haftbrücken auf der Rohdecke. Auf die zusätzliche Gewichtsbelastung ist bei leichten Deckenkonstruktionen zu achten.

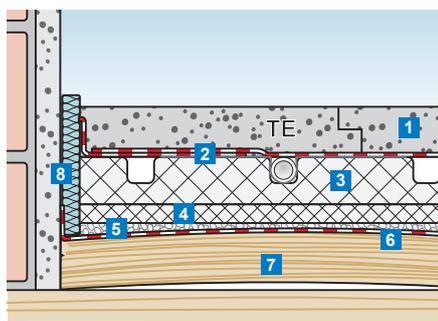
Schadhafte Dielenböden im Altbau sind je nach Zustand zu sanieren. Voraussetzung für einen ausreichend stabilen Untergrund ist, dass die Dielenbretter „gesund“ sind, festliegen und tragfähig sind. Durch Nachschrauben der Dielenbretter

und die eindeutige Trennung der Gewerke ist gewährleistet. Die Abdichtung oberhalb des Estrichs kann mit einem Dichtklebesystem oder einem dichtenden Anstrich erfolgen.

Info:

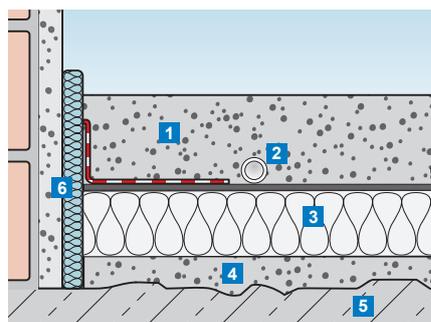
Die Uponor Multi Folie ist keine Abdichtung gem. DIN 18533. Sie ist jedoch eine „Dampfsperre mit bremsender Wirkung“. Besteht bei Betondecken die Gefahr einer Betonrestfeuchte mit ausdiffundierendem Wasser, das zu Schäden am Oberbelag führen könnte, so kann die Uponor PE-Folie durch 2-lagige Verlegung auf der Betondecke als Diffusionsbremse wirken, um die Betonrestfeuchte von der Fußbodenkonstruktion weitgehend fernzuhalten.

kann ein Teil der Unebenheiten bereits behoben werden. Ritzen oder Astlöcher im Dielenboden sind zu schließen. Erst dann ist mit der Verlegung der Dämmschicht bzw. der Flächenheizung zu beginnen. Ein „Durchschwingen“ des Holzbodens kann durch Ausgleichsschichten bzw. Trockenlastverteilschichten nicht beseitigt werden. Je nach Ausgleichshöhe sind u.a. folgende Ausgleichsschichten möglich:



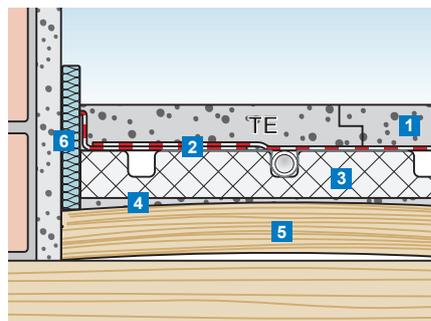
Holzdecke mit Dielenfußboden, Trockenschüttung und Abdeckplatte (Beispiel: Uponor Siccus)

- 1 Lastverteilschicht
- 2 PE-Abdeckfolie
- 3 Uponor Siccus
- 4 Abdeckplatte
- 5 Trockenschüttung
- 6 Rieselschutz
- 7 (sanierter) Dielenboden
- 8 Uponor Multi Randdämmstreifen



Rohbetondecke mit Ausgleichsestrich (Beispiel: Uponor Klett)

- 1 Lastverteilschicht
- 2 Uponor Systemrohr
- 3 Uponor Klettplatte
- 4 Ausgleichsestrich
- 5 Rohbetondecke
- 6 Uponor Multi Randdämmstreifen



Holzdecke mit Dielenboden und Ausgleichspachtel (Beispiel: Uponor Siccus)

- 1 Lastverteilschicht
- 2 PE-Abdeckfolie
- 3 Uponor Siccus
- 4 Ausgleichspachtel
- 5 (sanierter) Dielenboden
- 6 Uponor Multi Randdämmstreifen

Komponenten für die Fußbodenkonstruktion

Folien

Zur Trennung der Fußbodenheizungselemente oder Zusatzdämmungen von Bauwerksabdichtungen ist die Uponor Multi Folie 0,1 mm zu verwenden. Die Uponor Multi Folie 0,2 mm wird zur Abdeckung der Dämmung, z.B. beim Uponor Classic System, eingesetzt.

Randdämmstreifen

Randdämmstreifen haben eine wichtige Funktion zwischen der Lastverteilschicht und aufsteigenden Bauteilen. Er bildet die Randfuge um folgendes zu gewährleisten:

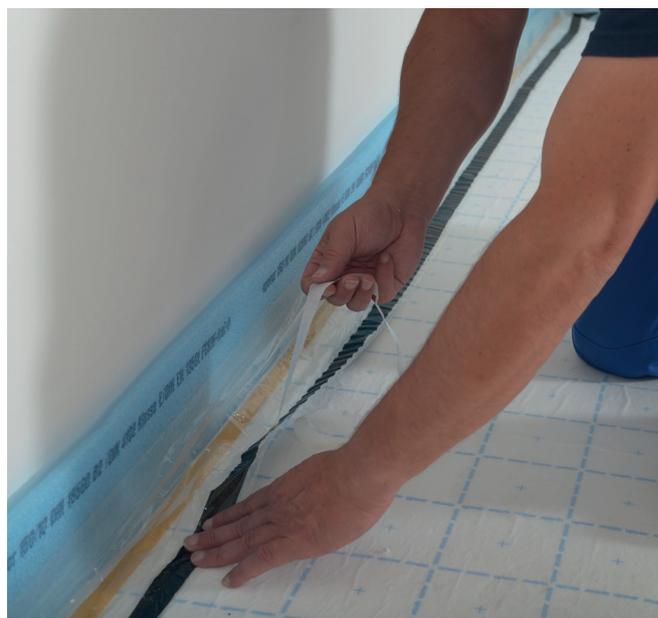
- Trennschicht als Trittschalldämmung
- Aufnahme der Wärmedehnung der Lastverteilschicht
- Wärmedämmschicht zwischen Lastverteilschicht und kälteren Bauteilen

Nach DIN EN 1264-4 muss der Randdämmstreifen gegen Lageveränderung bei der Estrichbringung gesichert werden. Die gemäß DIN 18560 vorgeschriebene Randfuge muss einen Bewegungsraum von 5 mm für die Lastverteilschicht gewährleisten. Der Uponor Randdämmstreifen aus Polyethylen 8 mm oder 10 mm mit aufkaschierter Folie liefert diese Zusammendrückbarkeit. Bei der Planung ist der entsprechende Randdämmstreifen einzusetzen.

Bei mehrlagigen Dämmschichten muss der Randstreifen vor dem Einbringen der Dämmschicht für die Schalldämmung verlegt sein, ohne Schalldämmung vor dem Einbau der obersten Dämmschicht.

Die Randstreifen müssen bei einlagigen Dämmschichten auf dem tragenden Untergrund aufstehen.

Die überstehenden Teile des Randstreifens und der hochgezogenen Abdeckung dürfen erst nach Fertigstellung des Fußbodenbelages, bzw. bei textilen und elastischen Belägen erst nach Erhärtung der Spachtelmasse, abgeschnitten werden.



Schallschutz

Die Berechnung des Schallschutzes erfolgt nach der DIN 4109. Diese legt auch mit einem $L_{n,w,R} = 50$ dB den Mindeststandard (Gesundheitsschutz) fest der nicht unterschritten werden darf. Wenn ein Komfort-Schallschutz erreicht werden soll (durch vertragliche Vereinbarung oder durch Beschreibung des Gebäudes) können die DIN 4109-5, die VDI 4100 Stufe 2 oder 3 oder die DEGA-Empfehlung 103 als Bewertungsgrundlage dienen. Dabei unterscheiden sich die Anforderungen je nachdem, ob Schallschutz in einem Mehrfamilienhaus betrachtet wird oder in Doppelhaushälften oder Reihenhäusern, bei denen von einem höheren Schutzbedürfnis ausgegangen wird. Es können auch Schallschutzvorgaben in Einfamilienhäusern gemacht werden, wenn z.B. ein erhöhter Schallschutz für einen Homeoffice-Büro gewünscht wird.

Einfluss auf den berechneten Schallschutz haben die flächenbezogene Masse der Wohnungstrenndecke, die dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung, die Estrichstärke und die Abdämpfung von Flankenübertragungen durch die Masse der Trennwände. Zum berechneten Wert wird ein Sicherheitsbeiwert addiert. Die Summe darf dann die durch Norm oder Vertrag bestimmten Anforderungen nicht überschreiten.

Somit ist schon bei der Planung des Gebäudes eine Abstimmung der beteiligten Partner (Bauherr, Architekt, Planer, Fachhandwerk) nötig, um die Schallschutzziele zu erreichen.

Bei Holzbauweise kann auf den Bauteilkatalog der DIN 4109 zurückgegriffen werden.

Wärme / Trittschalldämmung

Zusammendrückbarkeit/Festigkeit

Die Zusammendrückbarkeit der Trittschalldämmung (Dickendifferenz) darf gem. DIN 18560 Teil 2 bei Heizestrichen max. 5 mm betragen. Bei mehreren Lagen sind die Zusammendrückbarkeiten der einzelnen Lagen zu addieren. Die Zusammendrückbarkeit von geeigneten, druckbelastbaren Wärmedämmstoffen ist bei der Addition mit dem Wert 0 anzusetzen. So beträgt z.B. für die Klett Rollplatte Extra, EPS DES 25-2 mm (Nennzusammendrückbarkeit 2 mm) die zulässige Nutzlast 5 KN/m^2 , wodurch das System auch für Büroräume, Behandlungsräume, Klassenzimmer, Ausstellungs- und Verkaufsräume, Gastwirtschaften und Kirchen eingesetzt werden kann.

Anordnung der Dämmschichten

Werden Trittschall- und Wärmedämmstoffe in einer Dämmschicht zusammen eingesetzt, sollte der Dämmstoff mit der geringeren Zusammendrückbarkeit oben liegen. Kommen Uponor Trittschallsystemplatten zum Einsatz, können diese oberhalb der Installationsebene durchgehend vollflächig verlegt werden.

Zur Herstellung der Dämmschicht müssen die Dämmstoffe dicht gestoßen verlegt werden. Mehrlagige Dämmschichten sind so zu verlegen, dass die Stöße gegeneinander versetzt sind. Dabei dürfen höchstens zwei Lagen aus Trittschalldämmstoffen bestehen.

Wichtig!

Nur eine nicht unterbrochene Trittschalldämmung kann eine schalldämmende Wirkung erzielen.

Abdeckungen

Vor dem Aufbringen des Heizestrichs sind Dämmschichten gem. DIN 18560 Teil 2 mit einer Abdeckung aus mind. 0,15 mm dicker Polyethylenfolie oder einem anderen, in der Funktion als gleichwertig nachgewiesenem Material zu versehen. Die einzelnen Bahnen müssen sich an den Stößen mindestens 80 mm, bei Fließestrich 100 mm, überdecken. Zur Abdeckung sind auch andere Stoffe oder Maßnahmen zulässig, wenn eine den oben genannten Stoffen gleichwertige Funktion des Abdeckens nachgewiesen wird. (z.B. Uponor Klett Twinboard).

Die Abdeckung braucht bei Verwendung des Uponor Multi Randdämmstreifens an den Rändern nicht hochgezogen zu werden, da der Uponor Randdämmstreifen mit einer aufgeschichteten Folie versehen ist, die die bis zum Rand verlegte Multi Folie ausreichend überlappt.

In vielen Flächensystemen von Uponor, wie z.B. Uponor Klett, sind Funktionen zur Abdeckung und Abdichtung bereits in der Verlegeplatte konstruktiv integriert, so dass zusätzliche Abdeckungen nicht erforderlich sind.

Lastverteilschichten

Estriche gemäß DIN 18560

Der Estrich als lastaufnehmende und lastverteilende Platte zählt zu den wichtigsten Komponenten im beheizten Fußbodenaufbau. Er muss u.a. folgende Eigenschaften aufweisen:

- Gute Rohrumschließung zur sicheren Wärmeübertragung
- Festigkeitswerte gem. DIN 18560 Teil 2, Tabelle 1 „Nenn-dicken und Biegezugfestigkeit unbeheizter Estriche auf Dämmschichten für verschiedene lotrechte Nutzlasten“
- Ausreichende Temperaturbeständigkeit gem. DIN 18560, Teil 2.

Für die Uponor Flächenheizung kommen als Standardausführung nur Estriche nach DIN 18560 zur Anwendung, wobei mit Rücksicht auf die spätere Nutzung die Bauplanung die jeweilige Festigkeitsklasse festlegt, z.B. CT F4 (Zementestrich) für den Wohn- und Bürobau bei Nutzlasten bis 2 kN/m². Bei höheren Nutzlasten, wie z.B. im Industriebau, ist die Art und Festigkeit der Dämmung sowie des Estriches gemäß den statischen Anforderungen festzulegen.

Die technischen Merkblätter „Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in bestehenden Gebäuden“ und „Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neubauten“ sind für die Koordination der Gewerke besonders hilfreich und bieten diverse Protokollvorlagen.



Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V.

Haus der Ruhrkohle
Gerichtsstraße 115
58097 Hagen

www.flaechenheizung.de

Zementestrich (CT)

Zementestriche sind Estriche, die aus Sand, Wasser und dem Bindemittel (Zement) nach den Anforderungen der DIN 18560 hergestellt werden. Zementestriche werden im Wohnungsbau, Industriebau wie auch im Gewerbebau eingesetzt. Sie vertragen sowohl hohe als auch tiefe Temperaturen und sind unempfindlich gegen Feuchtigkeit.

Um die geforderte Estrichhöhe herzustellen, wird mit der Schlauchwasserwaage oder mit dem Laser nivelliert. Die weiteren Verarbeitungsrichtlinien der jeweiligen Hersteller sind zu beachten, das gilt insbesondere für die Planung der Fugen-Feldgrößen, die Anwendung in Feucht- und Nassräumen sowie die Temperaturbeständigkeit.

Gemäß DIN EN 1264-4 soll das Funktionsheizen frühestens nach 21 Tagen erfolgen. Die Abbindezeiträume, Austrocknungszeiten und Aufheizvorschriften erfolgen daher nach Angaben des Herstellers.

Die Estrichüberdeckung über Systemplatte bzw. Heizungsrohr für eine max. Flächenlast von $\leq 2 \text{ kN/m}^2$ ($\text{EL} \leq 1 \text{ kN}$) beträgt gem. Tabelle 1 der DIN 18560 nur 45 mm. Bei einer Flächenlast von $\leq 5 \text{ kN/m}^2$ ($\text{EL} \leq 4 \text{ kN}$) wird üblicherweise ein Rohrüberdeckung von 75 mm angegeben.

Wichtig!

Während der Estricheinbringung müssen die Systemrohre unter Betriebsdruck stehen.

Anhydrit-Fließestrich (CAF)

Anhydrit-Fließestriche sind Estriche, die aus Anhydritbinder und Wasser, unter Verwendung von Zuschlägen und gegebenenfalls unter Zugabe von Zusätzen, nach den Anforderungen der DIN 18560 hergestellt werden. Anhydrit-Fließestriche werden im Wohnungsbau wie auch im Gewerbebau eingesetzt. Nicht geeignet sind diese Estriche u.a. für die Anwendung im Freien.

Anhydrit-Fließestriche haben die Vorteile der schnellen und leichten Verarbeitung sowie der Selbstnivellierung aus der hohen Fließfähigkeit. Hierbei wird der Fließestrich vom Estrichsilo über einen Schlauch direkt in das Estrichfeld gefördert. Um die geforderte Estrichhöhe herzustellen, wird mit der Schlauchwasserwaage oder mit dem Laser nivelliert. Nach der Verarbeitung wird der Fließestrich mit einer Schwabbelstange bearbeitet, um eine plane Fläche und homogenen Estrich zu erreichen.



Produktvorteil:
Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit, des optimalen Rohrkontaktes und der geringeren erforderlichen Rohrüberdeckung lassen sich Calciumsulfat-Fließestriche schneller aufheizen als konventionelle Zementestriche. Dies erhöht den Wohnkomfort und senkt den Energieverbrauch.

Die weiteren Verarbeitungsrichtlinien der jeweiligen Hersteller sind zu beachten, das gilt insbesondere für die Planung der Fugen-Feldgrößen, die Anwendung in Feucht- und Nassräumen sowie die Temperaturbeständigkeit. Gemäß DIN EN 1264-4 soll das Funktionsheizen frühestens nach 7 Tagen erfolgen. Jedoch gibt es bereits Fließestriche, die beim Einbringen des Estrichs unmittelbar aufgeheizt werden. Die Abbindezeiträume, Austrocknungszeiten und Aufheizvorschriften erfolgen daher nach Angaben des Herstellers.

Die Estrichüberdeckung über Systemplatte bzw. Heizrohr für eine max. Flächenlast von $\leq 2 \text{ kN/m}^2$ ($\text{EL} \leq 1 \text{ kN}$) beträgt gem. Tabelle 1 der DIN 18560 35 mm. Bei einer Flächenlast von $\leq 5 \text{ kN/m}^2$ ($\text{EL} \leq 4 \text{ kN}$) wird üblicherweise eine Rohrüberdeckung von 55 mm angegeben. Je nach Festigkeitsqualität sind geringere Estrichdicken möglich, die jedoch mit dem Hersteller abzustimmen sind (siehe geprüfte Knauf/Uponor Sonderkonstruktionen).

Dünnschichtige Heizestrich-Systeme

Geprüfte Systemlösungen mit Rohrüberdeckungen $< 35 \text{ mm}$ z.B. mit Uponor Minitec (Überdeckung min. 3 mm) sowie einer Knauf Nivelliermasse sind nicht in der DIN 18560 erfasst und stellen somit eine Sonderkonstruktion dar. Sonderlösungen außerhalb der DIN 18560 müssen mit dem Bauherren separat vereinbart werden.

Wichtig!

- Abbinde- und Funktionsheizzeit, Estrichdicke, max. Flächenlast und Fugenanordnung beim Estrichhersteller erfragen
- Es dürfen nur solche Nivellierböcke eingesetzt werden, welche die Abdeckfolie nicht beschädigen
- Während des Einbringens des Estriches müssen die Systemrohre unter Betriebsdruck stehen.

Wichtig!

Die Montage der Flächenheizung muss sorgfältig durchgeführt werden, da auch kleine Fugen ein Durchfließen des Estrichs ermöglichen und sich somit Schallbrücken bilden können.

Zementfließestrich

Zementfließestriche sind auf Zementbasis aufgebaut. Sie werden unter Zugabe von Wasser nach den Anforderungen der DIN 18560 hergestellt. Zement-Fließestriche werden im Wohnungsbau wie auch im Gewerbebau eingesetzt. Durch das Bindemittel Zement sind sie auch im Außenbereich sowie im Dauernassbereich einsetzbar.

Die Montage der Flächenheizung muss sorgfältig durchgeführt werden, da auch kleine Fugen, Beschädigungen oder Lücken in der Abdeckfolie ein Durchfließen des Estrichs ermöglichen und sich somit Schallbrücken bilden können.

Ähnlich wie bei den Anhydritfließestrichen haben die Zementfließestriche die Vorteile der schnellen und leichten Verarbeitung sowie der Selbstnivellierung. Sie werden vom Estrichsilo über einen Schlauch direkt in das Estrichfeld gefördert. Um die geforderte Estrichhöhe herzustellen, wird mit der Schlauchwasserwaage oder mit dem Laser nivelliert. Nach der Verarbeitung wird der Fließestrich mit einer Schwabbelstange bearbeitet, um eine plane Fläche und homogenen Estrich zu erreichen.

Fugentechnik

Die DIN 18560 „Estriche im Bauwesen“ unterscheidet:

Bewegungsfugen sind Fugen im Estrich, die ihn vollständig bis zur Dämmschicht trennen. Bewegungsfugen sollten nur von Heizkreisleitungen in einer Ebene überquert werden. An dieser Stelle sind die Uponor Fußbodenheizungsrohre mit einer 300 mm langen Schutzhülse aus elastischem Material, das eine vertikale Bewegungsfreiheit von ± 3 mm ermöglicht, zu versehen (DIN EN 1264).

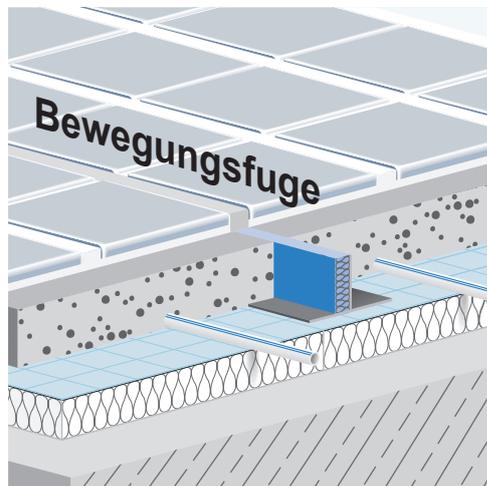
Die weiteren Verarbeitungsrichtlinien der jeweiligen Hersteller sind zu beachten, das gilt insbesondere für die Planung der Fugenfeldgrößen sowie die Temperaturbeständigkeit. Das Funktionsheizen beginnt frühestens nach 7 Tagen (gem. DIN EN 1264-4). Die Estrichnenndicke für eine max. Nutzlast von 2 kN/m² beträgt gem. Tabelle 1 der DIN 18560 45 mm. Andere Estrichdicken sind mit dem jeweiligen Zementfließestrichhersteller abzustimmen.

Trockenestrich

Als Trockenestrich werden Fußboden-Elementplatten für den „trockenen Ausbau“ bezeichnet. Die Platten müssen folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Eignung für Flächenheizung
- Gute Verbindungsmöglichkeit (Nut und Feder bzw. Stufenfalz).

Werden zur Verbindung der Trockenestrichplatten außer der Verklebung noch Stahlklammern oder Schrauben eingesetzt, so ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Länge dieser Befestigungshilfen sowie das Verarbeitungsgerät auf die Plattendicke abgestimmt sind. Bei zu langen Klammern oder Schrauben bzw. Verarbeitungsgerät ohne Fixiermöglichkeit könnten die Heizrohre beschädigt werden. Bei der Planung ist auf die max. Temperaturbelastung der Trockenestrichplatte sowie auf eine optimale plane Auflage auf der Unterkonstruktion zu achten. So darf beim Uponor Trockensystem Siccus ein Rohrabstand von 50 mm bei eingeschnittenen Anbindeleitungen nicht unterschritten werden.



Ausbildung einer Bewegungsfuge (Beispiel: Uponor Klett).

Durch geeignete Bewegungsfugenprofile ist die Funktionsfähigkeit der Bewegungsfuge sicherzustellen. Die Fugenbreite ist zusammen mit dem Fugenplan, gem. DIN 18560 Teil 2, vom Bauwerksplaner festzulegen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Auszuführenden vorzulegen.

In Türlaibungen und Durchgängen sind in der Regel Bewegungsfugen anzuordnen. Die Anordnung der Bewegungsfuge richtet sich jedoch auch nach der geometrischen Form des Raumes. Die thermisch bedingte Längenausdehnung eines Zementestrichs beträgt ca. 0,012 mm/mK.

Info (DIN 18560-2):

Über die Anordnung der Fugen ist ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen...

Bei der Anordnung der Fugen sind die allgemeinen Regeln der Technik und die technischen Informationen und Merkblätter der Fachverbände zu berücksichtigen.

Estrichfeuchte und Messstellen bei Heizestrichen nach DIN 18560-2

Die Anordnung der Messstellen ist durch den Heizungsplaner im Plan auszuweisen. Sie ist abhängig von der größten Dicke des Estrichs, den ungünstigsten Belüftungsbedingungen im Raum und der geringsten Flächenleistung der Heizung. Die vorgegebene Lage ist nach den Bedingungen vor Ort vom Verleger der Dämmschicht zu überprüfen, durch den Heizungsbauer zu markieren und durch den Estrichleger zu übernehmen. Es ist pro Raum mindestens eine Messstelle zu markieren, bei größeren Räumen (> 50 m²) entsprechend mehr. Bei größeren Flächen müssen je 200 m² drei Messstellen vorgesehen werden. Um den Messpunkt darf sich im Abstand von 10 cm (Durchmesser 20 cm) kein Heizungsrohr befinden.

Vor der maßgebenden Messung der Estrichfeuchte mit dem CM-Gerät wird empfohlen eine Überprüfung der Feuchte mit Folien oder elektronischem Messgerät vorzunehmen, um unnötige CM-Messungen zu vermeiden.

Die Messungen der Estrichfeuchte mit dem CM-Gerät durch den Oberbodenleger zur Bestimmung der Belegreife sollen nur an den ausgewiesenen Messstellen erfolgen.

Bei Calciumsulfatestrichen ist die Anordnung von Bewegungsfugen mit dem Hersteller abzusprechen. Bei keramischen Belägen erhalten die Bewegungsfugen eine besondere Bedeutung. Entscheidend ist, dass in allen Schichten oberhalb der Abdeckung die Bewegungsfugen deckungsgleich verlaufen.

Randfugen sind Fugen, die den Estrich von den Wänden, Säulen, Treppen usw. trennen. Der Randdämmstreifen muss einen Bewegungsraum von 5 mm zulassen! Alle Bewegungs- und Randfugen sind nach Abschluss der Bodenbelagsarbeiten mit geeignetem, elastischen Material zu verschließen.

Scheinfugen (Kellenschnitte) für Nassestriche können zur zusätzlichen Unterteilung der durch die Bewegungsfugen aufgeteilten Estrichfelder angeordnet werden. Sie dürfen höchstens bis zu einem Drittel der Estrichdicke, unter Vermeidung von Beschädigungen der Heizrohre, eingeschnitten werden. Die Anordnung erfolgt überall in der Regel dort, wo Bewegungsfugen nicht erforderlich sind, aber mögliche Entspannungen in der Estrichplatte in diese Sollbruchstellen abgeleitet werden sollen. Diese Fugen und andere evtl. aufgetretene Risse werden nach der Aushärtungsphase und der Erstaufheizung des Estrichs kraftschlüssig, z.B. durch Vergießen mit Kunstharz, verschlossen.

Funktionsheizen

Calciumsulfat- und Zementestriche müssen gem. DIN EN 1264, Teil 4, vor dem Verlegen der Bodenbeläge aufgeheizt werden. Wie auch bei unbeheizten Estrichen obliegt es der Bodenbelagsfirma, die Belegreife im Rahmen ihrer Prüfung nach VOB Teil C, DIN 18365 „Bodenbelagsarbeiten“ Ziffer 3.1.1 vor Arbeitsaufnahme zu überprüfen. Der Beginn des Funktionsheizvorgangs ist abhängig von der verwendeten Lastverteilschicht. Die Funktionsheizdauer beträgt im Standardfall min. 7 Tage. Funktionsheizprotokolle und -anleitungen finden Sie online im Uponor Downloadcenter.

Wichtig!

Der Funktionsheizvorgang dient der Funktionsprüfung gemäß VOB DIN 18380 und nicht der Austrocknung des Estrichs auf Belegreife!

Das Belegreifeheizen muss – falls erforderlich – gesondert in Auftrag gegeben werden.

Bodenbeläge

Die folgenden Bodenbelagsarten können bei Einhaltung eines maximalen Wärmeleitwiderstandes von $R_{\lambda,B} \leq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ und der Freigabe durch den Hersteller (entsprechende Kennzeichnung) auf Uponor Flächenheizungen/-kühlungen verlegt werden:

- Textile Beläge (Teppichboden)
- Elastische Beläge (PVC-Boden)
- Parkett und Laminat-Beläge
- Keramische Fliesen und Platten
- Naturwerkstein
- Betonwerkstein

Fester Haftgrund auf den Estrichoberflächen ist die Voraussetzung für eine langlebige Funktion der Oberböden. Oberflächenbereiche mit Absandungen oder Schwundrissen sind zu sanieren. Vor Verlegung der Bodenbeläge sind die speziellen Einbaubedingungen für die Beläge zu beachten. Die Fliesenkleber für Stein- und keramische Beläge, die im Dünnbettverfahren eingebracht werden, müssen für Flächenheizungen und für die gewählte Lastverteilschicht geeignet sein. Im Dickbettverfahren ist die Dicke des Verlegemörtels in Abhängigkeit des Belages zu wählen. Bei schwimmend verlegten Parkett- und Laminat-Belägen sind zum max. Wärmeleitwiderstand die Unterlage, evtl. Luftschichten und zusätzliche Teppiche mit einzurechnen.

Grundsätzlich ist der Estrich vor Verlegung des Belags aufzuheizen („Funktions- und Belegreifheizen“). Vor Beginn der Verlegung ist die Heizung abzuschalten oder die Vorlauftemperatur derart zu drosseln, dass die Estrichoberflächentemperatur nicht mehr als 15 bis 18 °C beträgt.

Als Grundierungsstoffe, Spachtelmassen und Klebstoffe dürfen nur solche Materialien verwendet werden, die vom Hersteller als „für Fußbodenheizungen geeignet“ ausgewiesen und wärmealterungsbeständig sind. Diese Materialien müssen bei einer Dauertemperaturbelastung von 50 °C beständig sein. Soll der Estrich auch zum Kühlen eingesetzt werden, müssen Klebstoffe sowie Bodenbelag dafür geeignet sein.

Wärmeleitwiderstand des Fußbodenbelages

Der Wärmeleitwiderstand des Fußbodenbelages ist von der Beschaffenheit des gewählten Materials abhängig und den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

Richtwerte einiger Wärmeleitwiderstände

Teppich	ca. 0,06 - 0,15 m ² K/W
Parkett	ca. 0,04 - 0,11 m ² K/W
PVC	ca. 0,025 m ² K/W
Fliesen, Marmor	ca. 0,01 - 0,02 m ² K/W

Werden Parkett-, PVC- oder Steinböden teilweise mit losen Teppichen belegt, so ist der mittlere Wärmeleitwiderstand $R_{\lambda,B}$ entsprechend der Flächenanteile zu ermitteln:

$$R_{\lambda,B} = \frac{[(A_{\text{Ges}} - A_B) \cdot R_{\lambda,O} + A_B \cdot (R_{\lambda,O} + R_{\lambda,T})]}{A_{\text{Ges}}}$$

$R_{\lambda,O}$ = Wärmeleitwiderstand ohne Teppich

$R_{\lambda,T}$ = Wärmeleitwiderstand Teppich

$R_{\lambda,B}$ = mittlerer Wärmeleitwiderstand

A_B = Belagsfläche

A_{Ges} = Gesamtfläche

Beispiel:

25 m² Fliesen $R_{\lambda,O} = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$,
bedeckt mit 8 m² Teppich.

$R_{\lambda,T} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{\lambda,B} = [(25 - 8) \cdot 0,02 + 8 \cdot (0,02 + 0,15)] / 25$

$R_{\lambda,B} = 0,07 \text{ m}^2\text{K/W}$

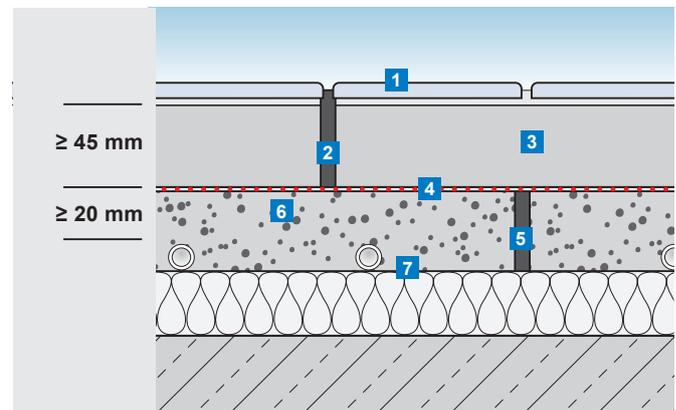
Zweischichtige Verlegung

Eine besonders variable Verlegung von Stein- und keramischen Belägen wird durch eine zweischichtige Verlegung (Bauart C gemäß DIN 18560 bzw. EN 1264-4) ermöglicht.

Die Flächenheizung wird zunächst mit einer Ausgleichsschicht versehen, auf der dann der Estrich oder die Mörtelschicht auf einer Gleitfolienschicht zur Aufnahme des Bodenbelags erstellt wird. Diese Technik ermöglicht eine andere Fugenanordnung im Oberbelag als im Ausgleichsestrich vorgegeben, da sich die über der Gleitfolie liegende Schicht, unabhängig vom Dehnverhalten des Ausgleichsestrichs, bewegen kann.

Voraussetzung ist, dass die über der Gleitfolie aufgebrachte Schicht ausreichend tragstabil, der Ausgleichsestrich entsprechend abgeglättet und bis auf die zulässige Restfeuchte ausgetrocknet ist.

Bauart C Ausgleichsestrich bei unterschiedlicher Fugenanordnung (Beispiel: Uponor Klett)



- 1 Fliesenbelag
- 2 Bewegungsfuge
- 3 Estrich
- 4 Zweilagige Trenn-/Gleitfolie
- 5 Bewegungsfuge
- 6 Ausgleichsestrich
- 7 Uponor Klettplatte

Auslegung Fußbodenheizung

Kriterien für die Auslegung

Die detaillierte Auslegung eines Fußbodenheiz-/kühlsystems ist elementare Voraussetzung für die zuverlässige Funktion und somit für die Zufriedenheit des Kunden. Ein fachgerechter hydraulischer Abgleich nach VOB kann z.B. ohne Projektierung nicht durchgeführt werden. Die Auslegung liefert die notwendigen Daten wie z.B. Massenströme, Druckverluste und Wassertemperaturen, die für die Planung des Wärme- bzw. Kälteerzeugers sowie des Verteilnetzes Voraussetzung sind.

Grundsätzlich kann die Auslegung einer Fußbodenheizung/-kühlung zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen, je nach dem, welche Kriterien (Energieeffizienz, Behaglichkeit, Investitionskosten, Betriebskosten) dabei im Vordergrund stehen. Mit Hilfe der Uponor HSE Auslegungssoftware lassen sich einfach durch Änderung der Parameter unterschiedliche Anforderungen simulieren, um das ideale Ergebnis zu erhalten. Grundlage für die Auslegung der Fußbodenheizung ist die DIN EN 1264, Teil 3.

Raumtemperatur, empfundene Temperatur und mittlere Strahlungstemperatur

Bei einer Strahlungsheizung wie der Uponor Flächenheizung kann gegenüber anderen, ungünstigeren Heizsystemen eine nicht unerhebliche Energieeinsparung angenommen werden.

Der Energieeinspareffekt liegt im Wesentlichen in der niedrigeren Raumlufttemperatur und dem vertikalen Temperaturprofil. Für den Menschen ist außer der Raumlufttemperatur ϑ_L auch die mittlere Strahlungstemperatur ϑ_S der raumumschließenden Flächen von Bedeutung. Hieraus ergeben sich trotz niedriger Lufttemperatur optimale Empfindungstemperaturen.

Die „empfundene Temperatur“ ist mit der Norm-Innentemperatur ϑ_i aus der DIN EN 12831 gleichzusetzen und ergibt sich aus mittlerer Strahlungstemperatur und Raumlufttemperatur.

Wichtig!

Bei Festlegung der Auslegungsvorlauftemperatur ist darauf zu achten, dass die gemäß DIN 18560, Teil 2, zulässigen Estrichtemperaturen sowie die zulässigen Temperaturen für Oberbeläge und Kleberschichten nicht überschritten werden.

Temperaturen

Fußbodenoberflächentemperatur

Besondere Beachtung ist der Fußbodenoberflächentemperatur zu widmen, bei der die Grenzen der medizinischen und physiologisch verantwortbaren Fußbodenoberflächentemperatur berücksichtigt werden müssen.

Die Differenz zwischen mittlerer Oberflächentemperatur des Fußbodens und der Norm-Innentemperatur bildet zusammen mit der Basiskennlinie die Grundlage zur Leistungsgröße der heizenden Fußbodenfläche. Die max. Oberflächentemperaturen werden bestimmt durch die in der DIN EN 1264 festgelegte „Grenzwärmestromdichte“, die als theoretische Auslegungsgrenze in den Auslegungstabellen und -diagrammen berücksichtigt ist.

Max. Oberflächentemperaturen gem. DIN EN 1264:

- 29 °C in der Aufenthaltszone
- 35 °C in der Randzone
- 33 °C in Bädern

Heizmittelübertemperatur

Die Heizmittelübertemperatur $\Delta\vartheta_H$ wird als logarithmisches Mittel aus der Vorlauftemperatur, der Rücklauftemperatur und der Norm-Innentemperatur gem. DIN EN 1264 berechnet. Diese bestimmt bei konstantem Aufbau die Wärmestromdichte.

Gleichung (1)

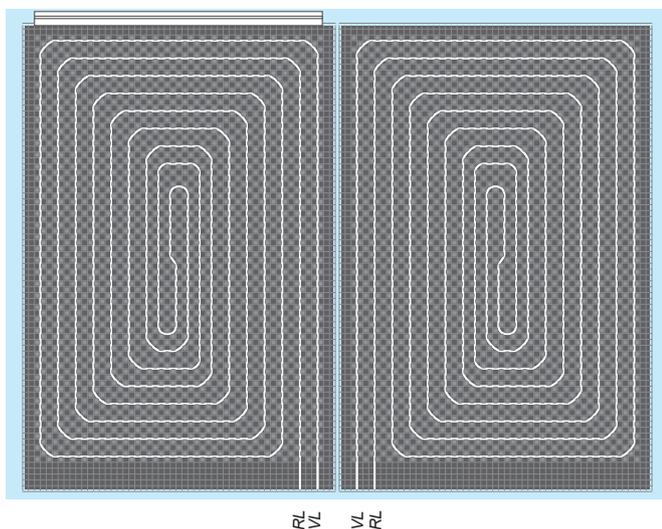
gem. DIN EN 1264 Teil 3:
$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \frac{\vartheta_V - \vartheta_i}{\vartheta_R - \vartheta_i}}$$

Auslegungsvorlauftemperatur

Die Auslegungsvorlauftemperatur $\vartheta_{V, Ausl.}$ ist die Vorlauftemperatur, die durch den Auslegungsraum, d.h. durch den Raum/die Randzone mit der höchsten Wärmestromdichte bzw. der höchsten erforderlichen Heizmittelübertemperatur (ausgenommen Bäder) festgelegt wird. Für den Auslegungsraum wird eine Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf (Spreizung) von 2-5 K (Randzone 3 K) zugrundegelegt. Die Spreizung in den weiteren Räumen/Zonen mit geringerer Wärmestromdichte ist entsprechend größer, da die Auslegungsvorlauftemperatur auch für diese Heizflächen vorgegeben ist.

Auslastung Vz

Die Heizkreisgröße ist begrenzt durch den sich aus der Wärmestromdichte bzw. dem Massenstrom und der Rohrlänge ergebenden Gesamtdruckverlust. Wenn zwei oder mehr Heizkreise für einen Raum benötigt werden, sollten diese möglichst gleich lang sein und im selben Verlegeabstand ausgeführt werden. Eine Aufteilung in eine separate Randzone ist nur noch im Altbau, z.B. vor alten, schlecht dämmenden Fenstern, nötig. Von Kombizonen mit unterschiedlichen Verlegeabständen wird abgeraten.



Auslastung Vz für Aufenthaltszonen.

Berechnungsgrundlage

Auslegung

Die Berechnung der Uponor Flächenheizung erfolgt auf der Grundlage der Basiskennlinie der DIN EN 1264 Teil 2 und der Norm-Heizlastbedarfsberechnung nach DIN EN 12831.

Für die Auslegung sind die gesetzlichen Dämmvorschriften gem. GEG und DIN EN 1264 zu beachten. Bei Kellerdecken, Decken gegen unbeheizte oder in Abständen beheizte Räume sowie Decken gegen Erdreich beträgt der Mindestwärmeschutz der Dämmung $R_{\lambda} = 1,25 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Bei Wohnungstrenndecken gegen beheizte Räume beträgt der Mindestwärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmung nach unten $0,75 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Die Uponor Flächenheizung wird bei Wohngebäuden für den ungünstigsten, jedoch noch zulässigen Oberboden ausgelegt. Man kann nicht davon ausgehen, dass ein Raum mit Stein- oder Parkettboden auch noch nach Jahren als solcher genutzt wird. Würde danach ausgelegt und kommt später Teppichboden oder Parkett zur Ausführung, so könnte eine ausreichende Beheizung nur noch durch Erhöhung der Heizwassertemperatur erreicht werden, die sich im Wirkungsgrad ungünstig auf Brennwertgeräte und Wärmepumpen auswirkt. Daher ist die Auslegung mit einem Wärmeleitwiderstand von $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ durchzuführen.

Eine Anpassung des hydraulischen Abgleiches an den real verlegten Oberbodenbelag und die real verlegte Heizkreislänge kann durch eine Nachberechnung oder, noch komfortabler, durch die Verwendung der Uponor Smatrix Regelung mit Autoabgleich erfolgen.

Rohrabstände

Aus Behaglichkeitsgründen ist der Rohrabstand für Wohn- und Büroräume auf max. 30 cm (Minitec 15 cm) zu begrenzen.

Bäder: Ein direkter Fußkontakt mit dem Oberbodenbelag tritt in Schwimmbädern und Sanitärräumen am häufigsten auf. Aus physiologischen Gründen ist der Rohrabstand im Bad- und WC-Bereich sowie im Umgebungsbereich von Schwimmbädern möglichst gering zu wählen.

Küchen: Bei der Planung ist die mit Einbaumöbeln überdeckte Fläche nicht immer bekannt, so dass Küchen möglichst vollflächig ausgelegt werden sollten. Da in Küchen meistens ein hygienischer Oberbodenbelag verwendet wird (Fliesen) sollte auch ein geringerer Rohrabstand gewählt werden. Aussparungen der Flächenheizung unter Einbauten sind möglichst zu vermeiden (außer unter Kaminen), um eine gleichbleibende Wärmeverteilung zu gewährleisten.

Soll die Fußbodenheizung auch zur Ankühlung genutzt werden, wird ein möglichst geringer Verlegeabstand empfohlen, um optimale Kühlleistungen zu erhalten.

Verteileranschlussbereich

Vor dem Heizkreis-Verteiler/Sammler werden die Rohrleitungen zwangsweise häufig in sehr dichten Abständen verlegt. Auch diese Anbindungsleitungen geben Wärme ab. Ergibt sich aufgrund dieser Anbindungsleitungen eine zu hohe Wärmeabgabe oder Oberflächentemperatur für den betreffenden Raum, können zur Reduzierung der Wärmeabgabe und zur Begrenzung der Oberflächentemperaturen Uponor Vario Heat Protect Panels eingesetzt werden. Grundsätzlich ist die Rohrführung auf kürzestem Wege in die benachbarten Räume vorzusehen.

Empfohlene Verlegeabstände Vz in cm

System für Bereich	Klett, Tecto, Classic, Tacker	Noppenplatte/-folie 14 – 16	Siccus	Minitec
Bäder, WC	10	11	15	5
Küchen	20	16,5	15	10
Aufenthaltszonen (WZ, SZ, Kinderzimmer)	20	22,5	15	10
Schlafzimmer	25	22,5	22,5	15
Randzonen	10	11	15	10

Abstände

Verlegevorgaben entsprechend der DIN EN 1264-4

- 50 mm von senkrechten Bauwerksteilen und
- 200 mm von Schornsteinen und offenen Kaminen, offenen oder gemauerten Schächten sowie Abzugschächten

Kupplungen

Alle Kupplungen in der Fußbodenkonstruktion müssen in der Revisionszeichnung genau positioniert und bezeichnet werden.

Rohrbefestigung

Die Rohre und ihre Befestigungssysteme müssen so gesichert werden, dass ihre geplante horizontale und vertikale Lage eingehalten wird. Die vertikale Abweichung der Rohre nach oben darf vor und nach dem Einbringen des Estrichs an keiner Stelle mehr als 5 mm betragen. Die horizontale Abweichung des festgelegten Rohrabstandes im Heizkreislauf darf an den Befestigungspunkten ± 10 mm nicht überschreiten.

Die Anforderungen gelten nicht im Bereich von Bogen und Umlenkungen. Der zur Einhaltung dieser Anforderungen erforderliche Befestigungsabstand ist vom Rohrwerkstoff, den Rohrmaße und den Rohrsystemen abhängig.

Auslegung Fußbodenheizung

Die technischen Informationen

zu den einzelnen Uponor Flächenheiz-/kühlsystemen enthalten Auslegungstabellen, die eine schnelle pauschale Abschätzung des Verlegeabstandes und der max. Heiz-

kreisgröße ermöglichen. Die Tabellen ersetzen jedoch keine detaillierte Planung und Berechnung. Sie basieren auf typischen Auslegungskriterien. Bei abweichenden Eckdaten sind die Auslegungs- und Druckverlustdiagramme in Verbindung mit den Berechnungsgleichungen zu verwenden.

Anwendungsbeispiel (Klett)

1. Raumtemperatur 20 °C
2. Erforderliche Auslegungswärmestromdichte
 $q_{des} = 50 \text{ W/m}^2$
3. Auslegungsvorlauftemperatur $\vartheta_{V,des} = 45 \text{ °C}$
4. Zementestrich, Nenndicke 45 mm
5. Wärmeleitfähigkeit des Estrichs 1,2 W/m²
6. Gewähltes System: Uponor Klett mit Heizrohr 16 x 2 mm

Ergebnis:

Bei den gegebenen Rahmenbedingungen beträgt die maximale Verlegefläche $A_{max.} = 28 \text{ m}^2$ bei einem Verlegeabstand Vz 20. Die maximale Verlegefläche ist ggf. um die Länge der Anbindeleitungen zum Verteiler (Vor- und Rücklauf) zu reduzieren.

Lösungsweg:

1. Bei dem System „Klett“ ist für die Lastverteilschicht Zementestrich die Auslegungstabelle für $\vartheta_i = 20 \text{ °C}$ zu wählen.
2. Wählen Sie die Zeile mit der vorgegebenen max. Auslegungswärmestromdichte q_{des} Ihres Projektes (keine Badezimmer!).
3. Gehen Sie in dieser Zeile nach rechts und wählen Sie eine Auslegungsvorlauftemperatur $\vartheta_{V,des}$.
4. Anschließend kann im Schnittpunkt der notwendige Verlegeabstand Vz und die max. Heizkreisgröße $A_{Fmax.}$ unmittelbar abgelesen werden.
5. Danach für Bäder die Auslegungstabelle $\vartheta_i = 24 \text{ °C}$ benutzen.

Neendicke: 45 mm, Wärmeleitfähigkeit: 1,2 W/mK (Rohrquerschnitt: 16 mm)

$\vartheta_i = 20 \text{ °C}$, $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$

$\vartheta_{F,m}$ (C)	q_{des} (W/m ²)	$\vartheta_{V,des} = 54,9 \text{ °C}^1)$		$\vartheta_{V,des} = 50 \text{ °C}$		$\vartheta_{V,des} = 45 \text{ °C}$	
		T (cm)	$A_{F,max}$ (m ²)	T (cm)	$A_{F,max}$ (m ²)	T (cm)	$A_{F,max}$ (m ²)
29	100	10	9				
28,6	95	10	13				
28,2	90	15	12,5				
27,8	85	15	17,5	10	10		
27,3	80	20	18	10	14		
26,9	75	20	21	15	15,5		
26,5	70	25	27	20	16	10	11
26,1	65	25	35	20	23,5	10	14
25,7	60	30	36	25	27,5	15	19
25,2	55	30	42	25	35	20	22
24,8	50	30	42	30	39,5	20	28

Die Angaben in diesen Auslegungstabellen basieren auf folgenden Eckdaten:

$R_{\lambda,ins} = 0,75 \text{ m}^2\text{K/W}$, $\vartheta_u = 20 \text{ °C}$, Betondecke 130 mm,

Spreizung = 3 – 30 K, max. Heizkreislänge = 150 m max.

Druckverlust pro Heizkreis inkl. 2 x 5 m Anbindungsleitung $\Delta p_{max} = 250 \text{ mbar}$.

¹⁾ Bei $\vartheta_{V,des} > 55,5 \text{ °C}$ wird die Grenzärmestromdichte und damit die max. Fußbodenoberflächentemperatur von 29 °C bzw. für die Auslegungstabelle Bäder 33 °C überschritten.

Auslegungsdiagramme für die detaillierte Berechnung

Die Auslegungsdiagramme, die sich in den technischen Informationen zu dem jeweiligen Uponor Flächenheiz-/kühl-system befinden, ermöglichen eine ausführliche manuelle Heizflächenplanung mittels Formblättern und geben zudem einen Überblick der folgenden Einflussgrößen und deren Beziehung zueinander:

1. Wärmestromdichte der Flächenheizung q_H in $[W/m^2]$
2. Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ in $[m^2K/W]$
3. Verlegeabstand V_z in $[cm]$
4. Heizmittelübertemperatur $\Delta\vartheta_H = \vartheta_H - \vartheta_i$ in $[K]$
5. Grenzwärmestromdichte – Darstellung der Grenzkurve

Bei Vorgabe von jeweils drei Einflussgrößen können mit nur einem Diagramm die jeweils fehlende ermittelt werden.

Ablesebeispiel

Ermittlung der Auslegungsvorlauftemperatur $\vartheta_{V, Ausl.}$

Vorgabe:

$$q_H = 40 \text{ W/m}^2$$

$$\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Gewählt:

$$\text{Verlegeabstand} = V_z \text{ 15}$$

Abgelesen:

$$\Delta\vartheta_H = 12 \text{ K}$$

(unterhalb Grenzkurve für V_z 15)

Spreizung:

$$5 \text{ K}$$

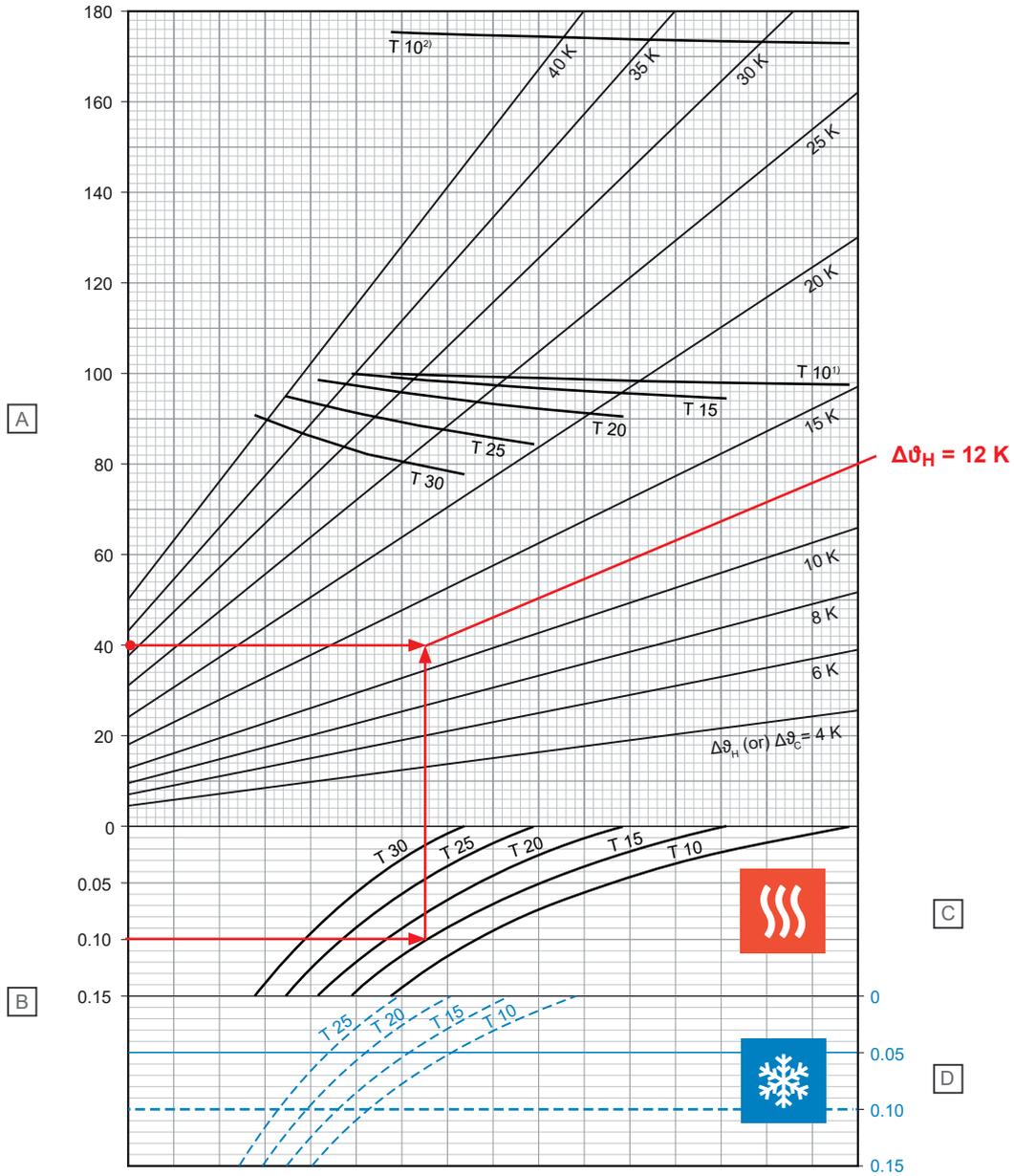
Errechnet:

$$\vartheta_{V, Ausl.} = \vartheta_i + \Delta\vartheta_H + (\vartheta_V - \vartheta_R)/2$$

$$\vartheta_{V, Ausl.} = 20 + 12 + 5/2$$

$$\vartheta_{V, Ausl.} = 34,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Uponor Klett Comfort Pipe PLUS 16 × 2,0 mm mit Estrich-Lastverteilschicht (su = 45 mm bei $\lambda_u = 1,2 \text{ W/mK}$)



Pos.	Einheit	Kurztext
A	W/m ²	Spezifische Heiz- oder Kühlleistung [q_H oder q_C]
B	m ² K/W	Wärmewiderstand [$R_{\lambda,B}$]

C – Heizung

T (cm)	q_H (W/m ²)	$\Delta\vartheta_{H,N}$ (K)
10	97,7	15,2
15	94,7	17,1
20	90,6	18,9
25	84,4	20,3
30	77,0	21,3

D – Kühlung

T (cm)	q_C (W/m ²)	$\Delta\vartheta_{C,N}$ (K)
10	35,8	8
15	31,9	8
20	28,5	8
25	25,4	8

1) Grenzkurve gültig für ϑ_i 20 °C und $\vartheta_{F,max}$ 29 °C oder ϑ_i 24 °C und $\vartheta_{F,max}$ 33 °C

2) Grenzkurve gültig für ϑ_i 20 °C und $\vartheta_{F,max}$ 35 °C

Auslegung Fußbodenkühlung

Im Gegensatz zu konventionellen Heizkörpern, die ausschließlich im Winter zur Heizung genutzt werden können, bieten Fußbodenheiz-/kühlsysteme doppelten Nutzen. Sie sind ganzjährig einsetzbar – im Winter zum Heizen, im Sommer zur Kühlung. Die Zusatzkosten für die Kühlfunktion sind im Vergleich zu konventionellen Luftkühlungen gering, insbesondere dann, wenn die erforderlichen Kühlwassertemperaturen in Kombination mit Sole-/Wasser-Wärmepumpen oder reversiblen Luft-/Wasser-Wärmepumpen kostengünstig bereitgestellt werden können.

Auslegungshinweise

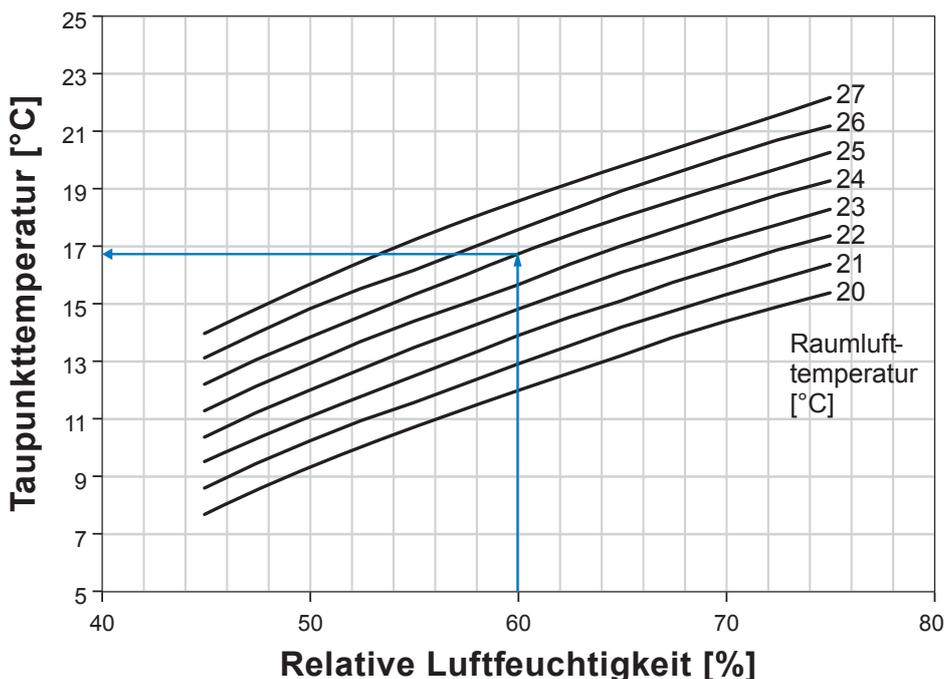
Um im Kühlfall ausreichende Wassermengen umwälzen zu können, ist es sinnvoll, den Heizfall, der die Berechnungsgrundlage bildet, mit einer möglichst geringen Spreizung ($\sigma \leq 5 \text{ K}$) auszulegen. Die Bestimmung der Heizkreise sollte im Sinne der vorgenannten Anforderung möglichst gleichmäßig sein. Da die Ventilvoreinstellung im Kühlfall nicht verändert wird, sind die Auslegungsgrundlagen wie z.B. kleine Spreizung und gleichmäßige Heizkreiseinteilung entscheidend für gute Kühlleistungen. Räume, die nicht in

den Kühlfall eingebunden werden, wie z.B. Bad und Küche, sollten über die Einzelraumregelung, z.B. Uponor Smatrix, während der Kühlung geschlossen bleiben.

Um mit einer Heiz-/Kühlfläche auch eine möglichst hohe Kühlleistung zu erreichen, sind folgende weitere Parameter vorteilhaft:

1. geringe Verlegeabstände der Rohre:
 - ▶ höhere Kühlleistungen bei hoher Vorlauftemperatur
2. kurze Heiz-/Kühlkreislängen:
 - ▶ geringere Druckverluste bei kleiner Spreizung
3. großer Rohrdurchmesser:
 - ▶ geringere Druckverluste bei kleiner Spreizung
4. Oberboden mit guter Wärmeleitfähigkeit:
 - ▶ bessere Wärmeübertragung
5. geringe Estrichüberdeckung:
 - ▶ verbesserte Regelfähigkeit bei drohender Taupunktunterschreitung
6. Automatische Optimierung der Hydraulik auf den Kühlfall durch den Autoabgleich der Uponor Smatrix Regelung

Es kann davon ausgegangen werden, dass Fußbodenheizungen, die effizient für den Einsatz mit Wärmepumpen ausgelegt sind, auch optimal zur Fußbodenkühlung geeignet sind.



Taupunktermittlung (Beispiel)

Raumlufttemperatur 25 °C,
rel. Luftfeuchtigkeit 60 %,
Taupunkttemperatur 16,8 °C

Kühlleistungen

Die erreichbaren Kühlleistungen sind von mehreren Faktoren abhängig. Neben den konstruktiven Faktoren (wie z.B. Rohr- abstand, Rohrüberdeckung, Oberbelag), die auch für die Fußbodenheizung gelten, wirkt sich die aus Behaglichkeits- gründen minimal zulässige Oberflächentemperatur von ca. 20 °C sowie der Taupunkt der Raumluft auf die Kühl- leistung aus. Grundsätzlich sollten Kühlwasservorlauf-temperaturen von 15 – 16 °C nicht unterschritten werden, um die Möglichkeit der Schwitzwasserbildung (Taupunktunterschrei- tung) an Anlagenkomponenten zu minimieren.

Anbindeleitungen an den Verteiler sollten dampfdiffusions- dicht gedämmt werden. Zieltemperatur für die Kühlung über ein Fußbodenystem sollte die obere Behaglichkeitsgrenze mit einer Raumtemperatur von 26 °C sein.



Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Ansätze, um mit der Fußbodenheizung zu kühlen, die vor Auslegungsbeginn definiert werden sollten. Es wird dabei zwischen einer Ankühlung und einer Vollkühlung unterschieden:

Ankühlung

Unter einer Ankühlung wird die Kühlleistung definiert, die erreicht wird, wenn die Fußbodenheizung nach der Heizlast ausgelegt wurde. Verlegeabstände, Heizkreise usw. werden nach der EN 1264 passend zur errechneten Heizlast (DIN EN 12831) geplant. Durch diese Parameter ergibt sich eine Grenze der Kühlleistung. Sie wird daher als Ankühlleistung bezeichnet. Im Wohnungsbau kann damit die anfallende Kühllast kompensiert werden, es ist jedoch nicht rechnerisch nachgewiesen.

Sollten höhere Leistungen als die zu erwartende Ankühlleistung gewünscht werden, so empfehlen wir die Auslegung als Vollkühlung auszuführen.

Vollkühlung

Bei dieser Planungsart werden Verlegeabstände reduziert, der Rohrdurchmesser größer gewählt und Volumenströme und Hydraulik so an den Kühlfall angepasst, dass das System die Kühlleistung entsprechend der VDI 2078 erreicht. Optimal ist eine Regelung wie die Uponor Smatrix, die die Hydraulik vom Heiz- auf den Kühlfall automatisch anpasst. Dabei sollte auch der Wärmeleitwiderstand des Oberbodenbelages berücksichtigt werden. Falls die Kühllast nach VDI 2078 nicht allein über den Fußboden abgedeckt werden kann, bietet Uponor Lösungen für Wand und Decke (z.B. Uponor Thermatop M), die durch ihre höhere Kühlleistung die geforderte Kühllast eher abdecken können.

Hinweis!

Die unterschiedlichen Massenströme zwischen Heizen und Kühlen zwecks dem hydraulischen Abgleich sind zu berücksichtigen.

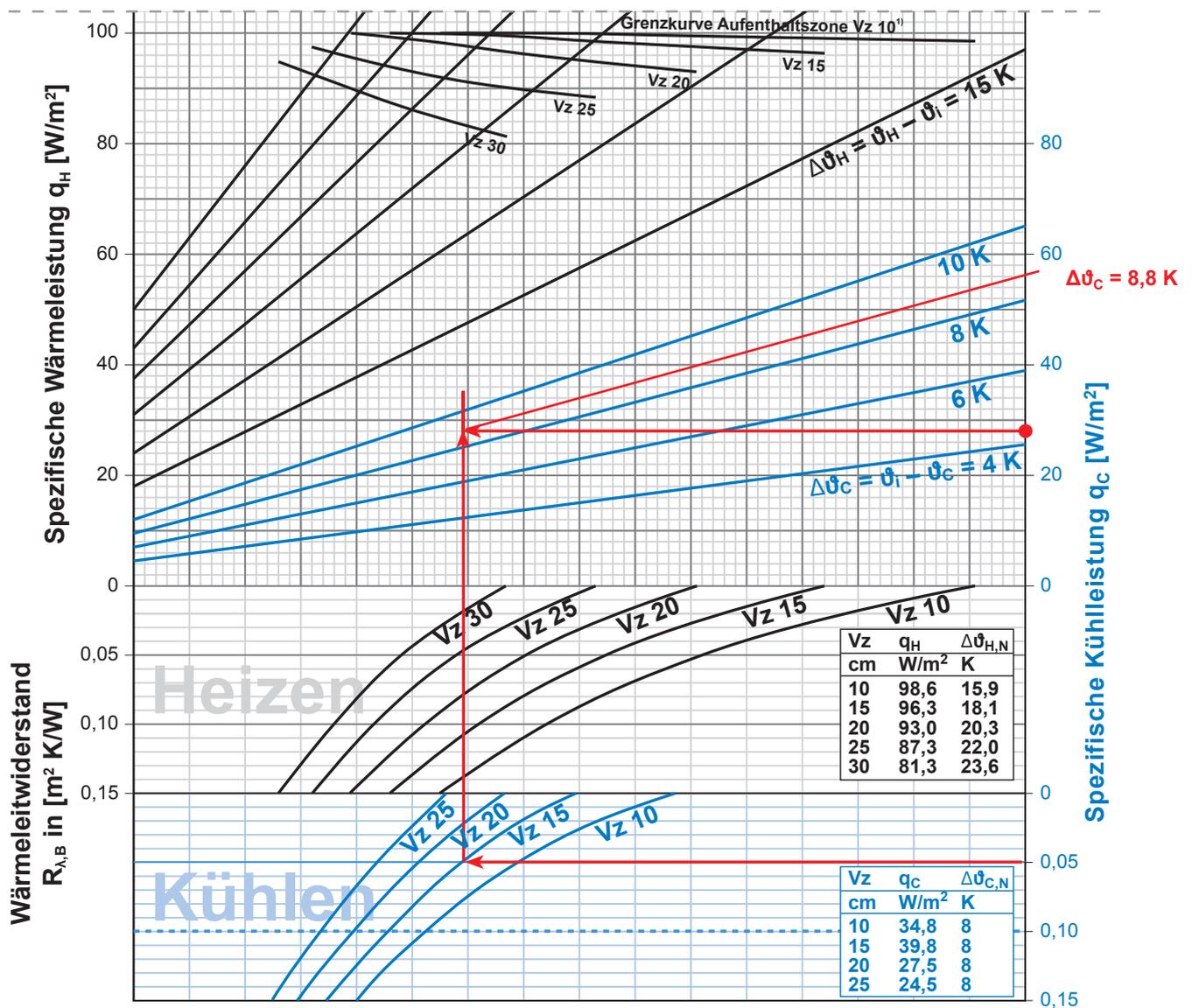
Auslegungsdiagramme für die Kühlleistungsauslegung

Die kombinierten Uponor Heiz-/Kühlendiagramme, die sich in den technischen Informationen zu dem jeweiligen Uponor Flächenheiz-/kühlsystem befinden, ermöglichen eine detaillierte manuelle Kühlflächenplanung. Dabei werden die exakten Formeln der EN 1264-5 als Grundlage der Kühlleistungsberechnung genutzt, so dass nicht auf Überschlagswerte anhand der Wärmeübergangskoeffizienten zurückgegriffen werden muss.

Analog zur Heizflächenauslegung gelten folgenden Einflussgrößen und deren Beziehung zueinander:

1. Kühlleistung der Fußbodenfläche q_c in $[\text{W}/\text{m}^2]$
2. Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ in $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$
3. Verlegeabstand V_z in $[\text{cm}]$
4. Kühlmitteluntertemperatur $\Delta\theta_c = \theta_i - \theta_c$ in $[\text{K}]$

Bei Vorgabe von jeweils drei Einflussgrößen können mit nur einem Diagramm die jeweils fehlende ermittelt werden.



Ausschnitt eines Auslegungsdiagramms.

Hinweis:

Die gewünschten Kühlleistungen können nur dann erreicht werden, wenn sowohl die mittlere Oberflächentemperatur als auch die Auslegungsvorlauftemperatur oberhalb der Taupunkttemperatur der Umgebungsluft liegen (h-x-Diagramm).

Um Schwitzwasserbildung an Anlagenkomponenten zu vermeiden, ist eine taupunktgeführte Vorlauftemperaturregelung vorzusehen.

Wenn die Raumfühler - wie z.B. der Uponor Style T-169 auch die relative Luftfeuchtigkeit erfassen, so kann auch hier über einen Grenzwert (typisch 75 % rH) eine Begrenzung realisiert werden.

Ablesebeispiel Kühlen**Ermittlung der Auslegungsvorlauftemperatur $\vartheta_{V, \text{Ausl.}}$** **Vorgabe:**

$$q_C = 29 \text{ W/m}^2$$

$$\vartheta_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_{\lambda, B} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Gewählt:

$$\text{Verlegeabstand} = Vz \ 15$$

Abgelesen:

$$\Delta\vartheta_C = 8,8 \text{ K}$$

Auslegungsspreizung:

$$\vartheta_V - \vartheta_R = 2 \text{ K}$$

Errechnet:

$$\vartheta_{V, \text{Ausl.}} = \vartheta_i + \Delta\vartheta_C + (\vartheta_V - \vartheta_R)/2$$

$$\vartheta_{V, \text{Ausl.}} = 26 - 9 - 2/2$$

$$\vartheta_{V, \text{Ausl.}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

Hydraulik

Bedingt durch unterschiedliche Leistungsanforderungen und Heizkreislängen in den Räumen bzw. Heizzonen ist es erforderlich, genau die jeweils benötigte Wassermenge durch die Heizkreise zu fördern, die zur Deckung des Wärmebedarfs erforderlich ist. Die intelligenten Uponor Regelsysteme Smatrix und neuen Base 230 V Regler X-60 und X-80 erreichen dies durch bedarfsgerechtes und selbst-adaptierendes Takten der jeweiligen Heizkreis-Wassermenge (Autoabgleich), was einen statischen hydraulischen Abgleich, wie er bei herkömmlichen Anlagen erforderlich ist, i.d.R. überflüssig macht.

Folgende Vorgaben sind nach GEG einzuhalten

§ 60c - Hydraulischer Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung

(1) Ein Heizungssystem mit Wasser als Wärmeträger ist nach dem Einbau oder der Aufstellung einer Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in Gebäuden mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten hydraulisch abzugleichen.

(2) Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs im Sinne dieser Regelung beinhaltet unter Berücksichtigung aller wesentlichen Komponenten des Heizungssystems mindestens folgende Planungs- und Umsetzungsleistungen: eine raumweise Heizlastberechnung, eine Prüfung und nötigenfalls eine Optimierung der Heizflächen im Hinblick auf eine möglichst niedrige Vorlauftemperatur und die

Anpassung der Vorlauftemperaturregelung.

Für die raumweise Heizlastberechnung ist das in der DIN EN 12831, Teil 1, Ausgabe September 2017, in Verbindung mit DIN/TS 12831, Teil 1, Ausgabe April 2020,1) vorgesehene Verfahren anzuwenden.

(3) Der hydraulische Abgleich ist nach Maßgabe des Verfahrens B nach der ZVSHK-Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“, VdZ – Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie e. V., 1. aktualisierte Neuauflage April 2022, Nummer 4.2. oder nach einem gleichwertigen Verfahren durchzuführen.

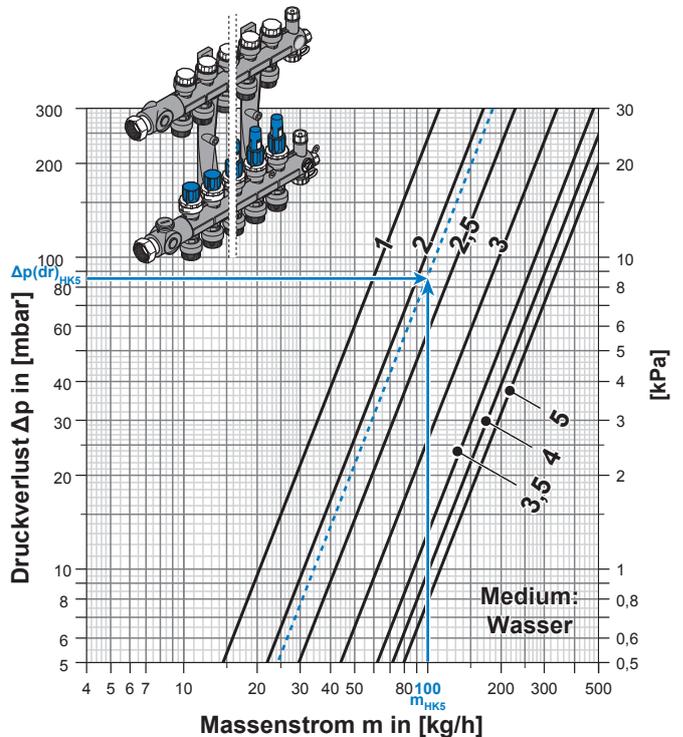
(4) Die Bestätigung des hydraulischen Abgleichs ist einschließlich der Einstellungswerte, der Heizlast des Gebäudes, der eingestellten Leistung der Wärmeerzeuger und der raumweisen Heizlastberechnung, der Auslegungstemperatur, der Einstellung der Regelung und des Drückens im Ausdehnungsgefäß schriftlich festzuhalten und dem Verantwortlichen mitzuteilen. Die Bestätigung nach Satz 1 ist auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen. § 60a Absatz 5 Satz 4 ist entsprechend anzuwenden.

Statisch hydraulischer Abgleich

Im Falle des hydraulischen Abgleichs müssen alle Heizkreise am Heizkreisverteiler auf den ungünstigsten Heizkreis (größter Druckverlust) abgeglichen werden. Dieser sog. „Statisch hydraulische Abgleich“ ist anhand eines Beispiels nachfolgend beschrieben:

Heizkreisverteiler (Beispiel)

Heizkreis	Massenstrom Heizkreis + voll geöffnetes Ventil/Flowmeter [kg/h]	Druckverlust Heizkreis [mbar]	Am Vorlaufventil zu drosselnder Differenzdruck [mbar]
HK 1	100	215	0
HK 2	90	140	215 - 140 = 75
HK 3	80	160	215 - 160 = 55
HK 4	90	195	215 - 195 = 20
HK 5	100	130	215 - 130 = 85



Verteilerdiagramm Beispiel: Uponor Vario PLUS Verteiler

- m_{HK5} Heizkreis-Massenstrom
(hier: Heizkreis HK 5)
- $\Delta p(dr)_{HK5}$ Zu drosselnder Heizkreis-Differenzdruck
(hier: Heizkreis HK 5)



Für dieses Beispiel muss für den Heizkreis HK 5 die Voreinstellziffer „2,2“ am Vorlaufventil eingestellt werden.

Alle weiteren Heizkreise sind ebenso wie beschrieben abzugleichen.

Weitere Informationen finden Sie in der Uponor Vario PLUS Verteiler Montageanleitung.

Hinweis:

In Verbindung mit einer Uponor Smatrix Einzelraumregelung mit Autoabgleich-Funktion kann i.d.R. auf einen statisch hydraulischen Abgleich am Verteiler verzichtet werden.

Dynamisch hydraulischer Abgleich

Uponor Vario Differenzdruckregler

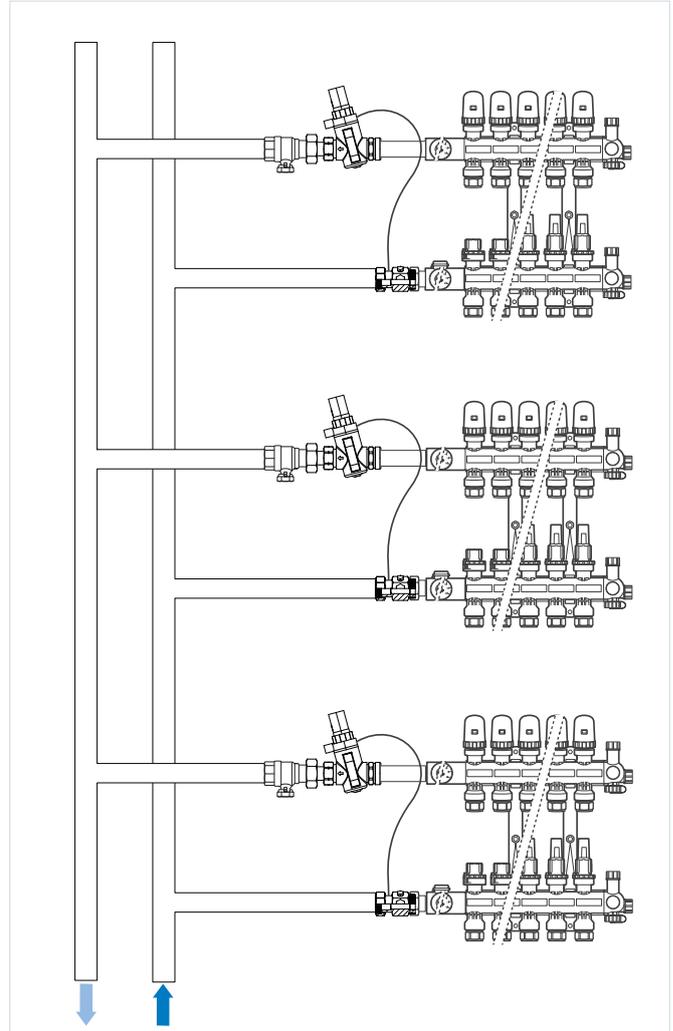
Für größere Objekte mit mehr als zwei Verteilern ist der Einsatz des Uponor Vario Differenzdruckreglers empfehlenswert. Dieser wird vor den jeweiligen Verteilern montiert und hält den Differenzdruck am Verteiler auch bei wechselnden Betriebszuständen (dynamisch hydraulischer Abgleich) innerhalb eines Proportionalbandes konstant. Die Differenzdruckregelung hat dabei keinen Einfluss auf Temperatur, Heizmittelstrom und Heizkreisauslegung, vereinfacht aber Druckberechnungen und Pumpenauslegung erheblich.

Für die Pumpenauslegung müssen lediglich die Massenströme aller Verteiler addiert werden, zur Ermittlung der benötigten Pumpenförderhöhe wird der geregelte Differenzdruck des ungünstigsten Verteilers (Verteiler mit dem höchsten Differenzdruck) zugrunde gelegt.

Der Uponor Vario Differenzdruckregler schafft so, idealerweise in Verbindung mit einer Uponor Einzelraumregelung mit Autoabgleich-Funktion, beste Voraussetzungen für eine hydraulisch optimal abgegliche Anlage.



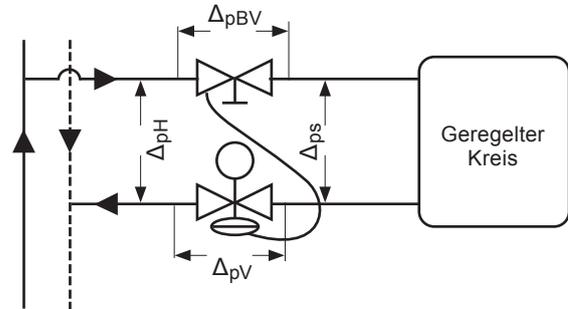
Uponor Vario Differenzdruckregler Compact



Heizkreisverteiler mit 6 Heizkreisen

Heizkreis	Massenstrom Heizkreis [kg/h]	Druckverlust Heizkreis [mbar]	Am Vorlaufventil zu drosselnder Differenzdruck [mbar]
HK 1	100	215	0
HK 2	90	140	215 – 140 = 75
HK 3	80	160	215 – 160 = 55
HK 4	90	195	215 – 195 = 20
HK 5	100	130	215 – 130 = 85
HK 6	120	185	215 – 185 = 30

$m_v = \text{Summe HK} = 580 \text{ kg/h}$, $\Delta p_s = 215 \text{ mbar}$



Die Funktionsweise des Uponor Vario Differenzdruckreglers wird im nachfolgenden Beispiel beschrieben.

1. Berechnung Druckverlust über Differenzdruckregelventil (Δp_v):

$$\Delta p_v = \left(\frac{m_v \text{ Auslegung}}{K_{vs}} \right)^2 \times 1000 \quad 58 \text{ mbar} = \left(\frac{0,580 \text{ m}^3/\text{h}}{2,4 \text{ m}^3/\text{h}} \right)^2 \times 1000$$

2. Bestimmung Mindestförderhöhe Pumpe:

$$\Delta p_H = \Delta p_{BV} + \Delta p_s + \Delta p_v \quad 273 \text{ mbar} = 0 \text{ mbar (Passtück)} + 215 \text{ mbar} + 58 \text{ mbar}$$

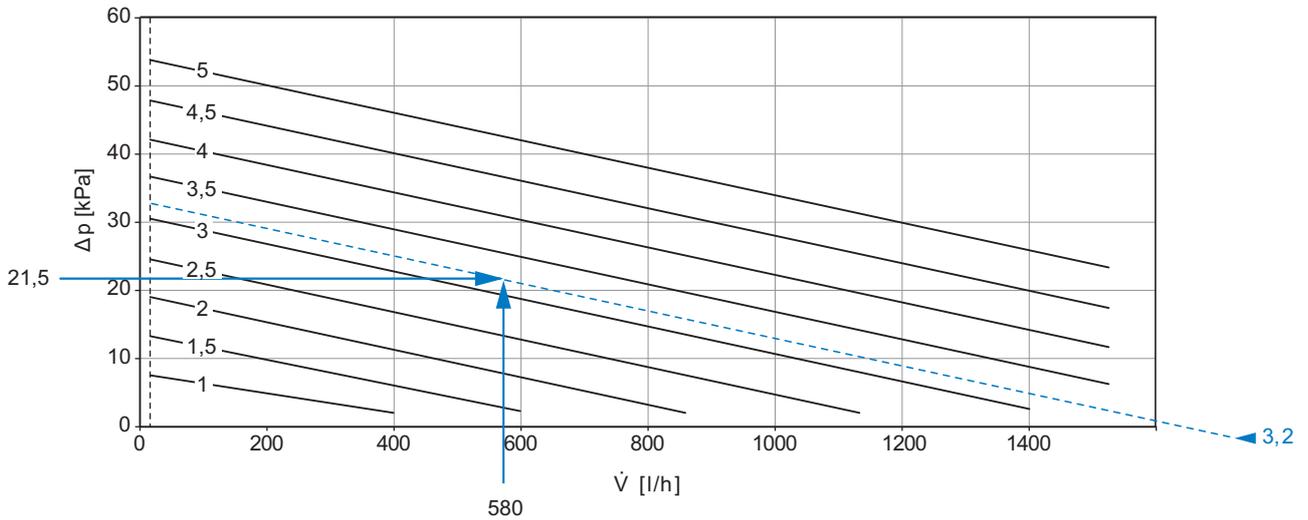
- m_v Gesamt-Verteilermassenstrom (Summe Heizkreis-Massenströme)
- Δp_s Differenzdruck, der vor dem Verteiler konstant gehalten werden soll
- Δp_v Eigendruckverlust des Reglers
- Δp_H Gesamtdruckverlust für die Pumpenauslegung

$$\Delta p_H = \Delta p_{BV} + \Delta p_s + \Delta p_v$$

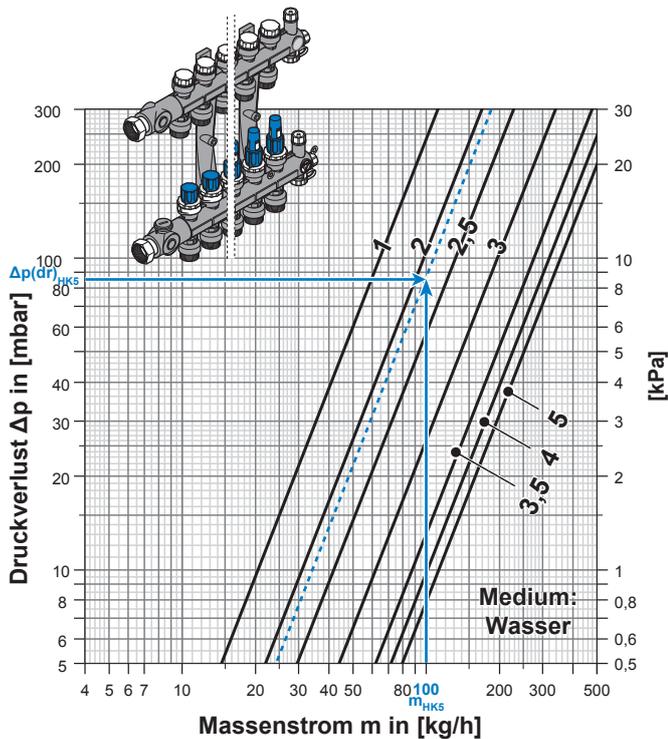
3. Heizkreispumpenauslegung
Nun kann die Pumpe unter Berücksichtigung eines Druckverlustes von 273 mbar ausgewählt werden.
4. Einstellung Differenzdruckregler
Mit einer Einstellung von 3,2 stellt der Regler nun sicher, dass der Differenzdruck Δp_s bei dem vorgegebenen Volumenstrombereich 32 kPa nicht übersteigt.

Hinweis: Die maximalen Volumenstromwerte müssen entweder durch das Partnerventil Δp_{BV} oder Fußboden-Heizkreisventile begrenzt werden.

Voreinstelldiagramm Uponor Vario Differenzdruckregler Compact DN25, 5 – 50 kPa



Abgleich der Heizkreise am Verteiler für Heizkreis 5



Verteilerdiagramm Beispiel: Uponor Vario PLUS Verteiler

m_{HK5} Heizkreis-Massenstrom
(hier: Heizkreis HK 5)

$\Delta p(dr)_{HK5}$ Zu drosselnder Heizkreis-Differenzdruck
(hier: Heizkreis HK 5)



Für dieses Beispiel muss für den Heizkreis HK 5 die Voreinstellziffer „2,2“ am Vorlaufventil eingestellt werden.

Alle weiteren Heizkreise sind ebenso wie beschrieben abzugleichen.

Digitale Services. Effizientere Planung.

HSE Planungssoftware

Mit der 2D/3D Planungssoftware **HSEdesktop** und der kostenlosen App **HSEmobile** können Sie Flächenheizungen effizienter planen.

Die digitalen Tools ermöglichen eine schnittstellenlose Schnellauslegung von der mobilen Datenerfassung über die Stückliste bis hin zur 3D-Verlegeplanung.

Erfahren Sie mehr über die Software, deren Bestellung und unser dazugehöriges Schulungsangebot:



www.uponor.de/hse

Ausschreibungstexte

Nutzen Sie unsere Produkt- und Leistungsbeschreibungen, um Ihre Ausschreibungen und eigenen Leistungsverzeichnisse noch schneller erstellen zu können. Anhand eines Musterprojekts mit 14 Wohneinheiten haben wir alle System- und Dimensionstexte für Uponor Komponenten zusammengestellt. Unsere Texte liegen im GAEB90 Format zum kostenlosen Download für Sie bereit.

Produktdatensätze

Um die Arbeit mit unseren Produkten schon im Planungsprozess zu erleichtern, bieten wir Ihnen Ihre bevorzugten Software-Produktdatensätze auf dem aktuellen Stand des Produktportfolios und der Datenschnittstelle an – egal ob 2D, 3D oder BIM.

Uponor BIM Plattform

Unsere BIM Plattform bietet komfortablen und benutzerfreundlichen Zugriff auf relevante Produktdaten. Außerdem beinhaltet sie ein Revit-Planungstool für Flächenheizungsprojekte und Planungsservices, die durch unsere BIM-Experten auf Basis von Revit konzipiert werden.

Auf unserer Website erhalten Sie weitere Informationen zu unseren digitalen Planerservices:



<https://www.uponor.de/service/services-fuer-planer-und-architekten>



Uponor Kundenservice* +49 (0)32 221 090 866

BESTELLUNGEN - TECHNISCHE HOTLINE - PROJEKTIERUNGEN - ANGEBOTE

* Anruf aus dem Mobilnetz max. 9 ct./Min.

Uponor

Uponor GmbH

Industriestraße 56

97437 Haßfurt

www.uponor.com

E-Mail: kundenservice@uponor.com