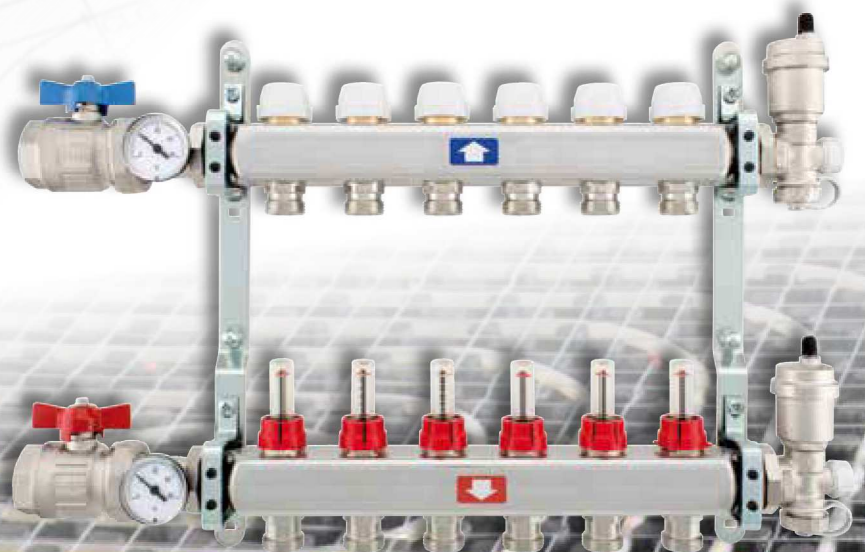




itap[®]
Innovation Technology And People

DIMENSIONIERUNG VON FUSSBODEN- HEIZUNGSANLAGEN



- DIE NORM
- BERECHNUNG DER VORLAUFTEMPERATUR
- BERECHNUNG DER VORLAUFLEISTUNG
- PRÜFUNG UND ERSTINBETRIEBNAHME DER FUSSBODENHEIZUNGSANLAGEN
- ANLAGEN MIT VARIABLER DURCHFLUSSMENGE UND NUTZUNG DES DIFFERENZDRUCK-BYPASS
- LITERATUR

DIE NORM

Die Planung und Installation von Heizungssystemen wird durch folgende europäische Norm definiert:

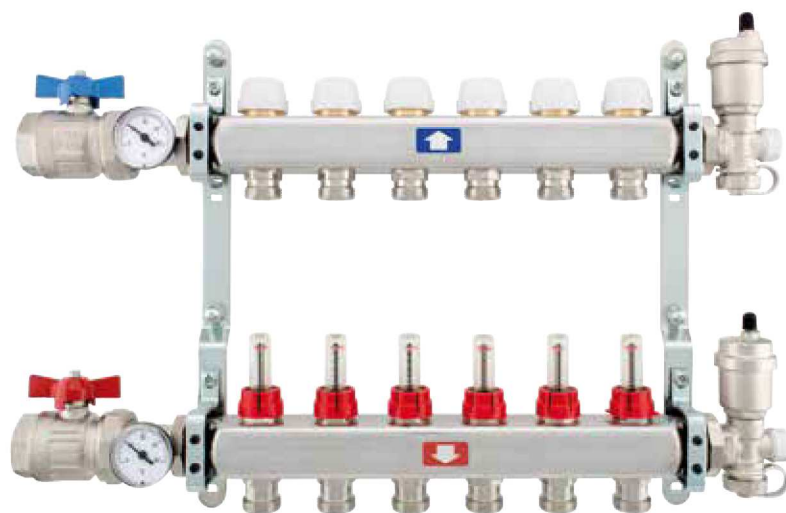
EN 1264: Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung

Hinweis:

Jede Norm sollte auf Gültigkeit und Aktualisierungen überprüft werden.

Dieses Dokument beschreibt nur die technischen Aspekte des Edelstahlverteilers. Andere Komponenten werden lediglich erwähnt, um die Verwendung des Edelstahlverteilers im Heizungs- und Kühlsystem darzustellen.

Itap verfügt über kein weiteres Zubehör, das für eine Realisierung eines Heizungs- und Kühlsystems notwendig ist (z.B. Isolierplatten, Rohrleitungen, etc.).

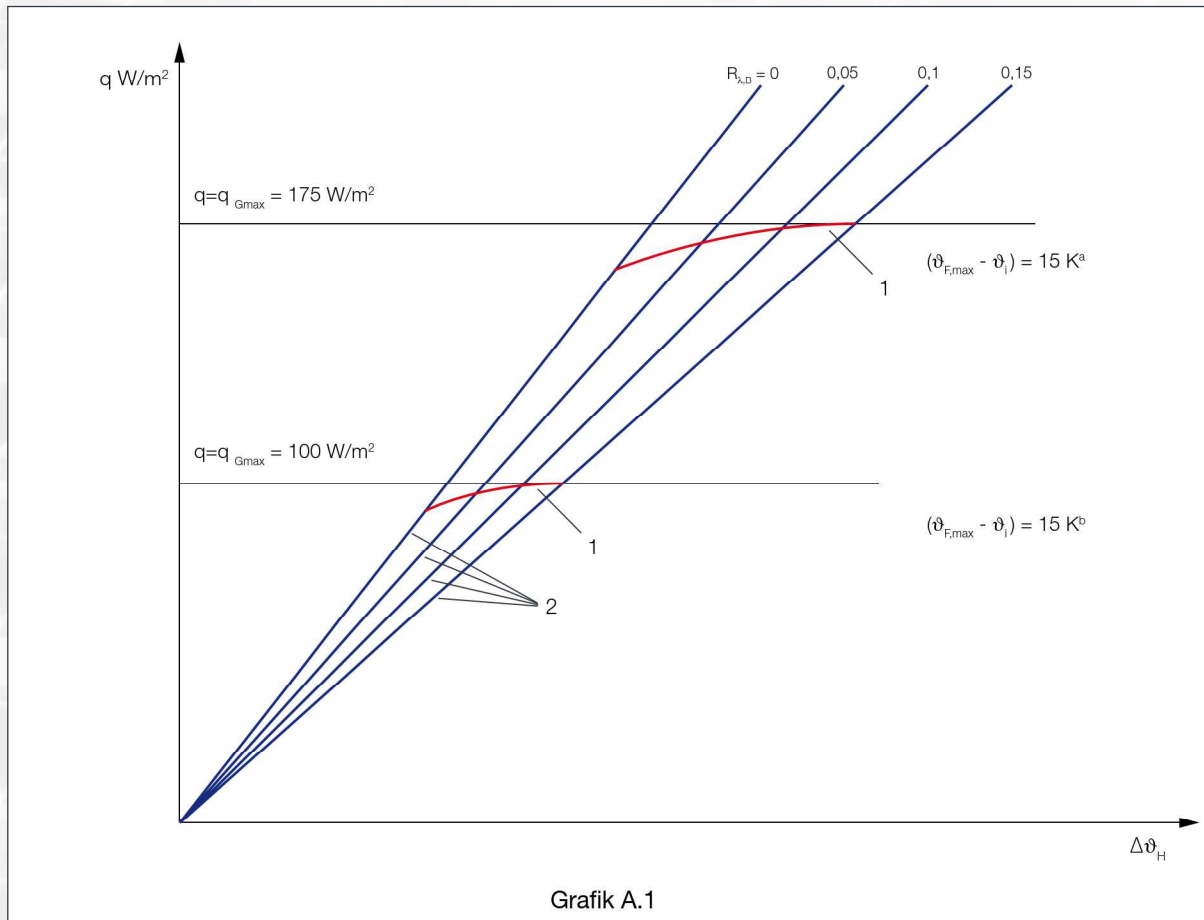


 **Itap**®



BERECHNUNG DER VORLAUFTEMPERATUR

Bei einem Fußbodenheizungssystem wird **eine Soll-Vorlauftemperatur** bestimmt, die für alle Kreisläufe gilt, diese wirkt sich direkt auf die **Oberflächentemperatur des Fußbodens** aus.



Die Grafik A.1 zeigt die Kennlinien (2 – in blauer Farbe) der Anlage im Verhältnis zu vier verschiedenen Werten des thermischen Widerstands des Fußbodens.

Diese thermischen Widerstandswerte, gekennzeichnet durch $R_{\lambda, B}$, werden normalerweise aus den folgenden Werten gewählt, die für eine derartige Anlage als realistisch gelten: 0 ; 0,05 ; 0,10 ; 0,15 [m² K/W].

Die Kennlinien errechnen sich aus folgender Gleichung für die Berechnung der **Temperaturdifferenz $[\Delta\vartheta_H]$ zwischen der Temperatur des Wärmeträgerfluids und der Temperatur des zu beheizenden Raumes:**

$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \frac{\vartheta_V - \vartheta_i}{\vartheta_r - \vartheta_i}}$$



Berechnung der Vorlauftemperatur

Wobei:

ϑ_v = Vorlauftemperatur des Wassers im Heizsystem [°C]

ϑ_r = Rücklauftemperatur des Wassers im Heizsystem [°C]

ϑ_i = Innentemperatur des zu beheizenden Raumes [°C]

Die oben genannten Kennlinien drücken das Verhältnis zwischen der über die Heizplatte abgegebenen Wärme [q] und der Temperaturdifferenz [$\Delta\vartheta_{\text{pl}}$] aus.

In der Grafik sind außerdem zwei Grenzkennlinien (1 – in roter Farbe) enthalten, um den Maximalwert [$q_{G, \text{max}}$] der Wärme zu bestimmen, den die Heizplatte abgeben kann:

- Für zugestellte Oberflächen beträgt der Maximalwert 100 W/m²
- Für die Randflächen¹ beträgt der Maximalwert 175 W/m²

So können die Grenztemperaturen der Oberfläche [$\vartheta_{f, \text{max}}$] im Inneren eines Gebäudes bestimmt werden:

- 29 °C in den besetzten Bereichen
- 35 °C in den Grenzbereichen

Zudem bestimmt die Norm auf klare Weise, dass die maximal zulässige Fußbodentemperatur in Bädern nicht höher als 33 °C sein darf (was einem [$q_{G, \text{max}}$] Wert von 150 W/m² entspricht).

Achtung:

In Heizungssystemen für Wohngebäude empfiehlt es sich, die Anlage immer mithilfe eines Widerstandswerts [$R_{\lambda, B}$] von 0,10 [(m² K)/W] zu dimensionieren. Sollte aufgrund des Einsatzes spezieller Verkleidungen ein höherer Wert notwendig sein, wird ein entsprechender Wert eingesetzt.

Die Kennlinien in Grafik A.1 gelten für einen Wert [σ] der Temperaturspreizung innerhalb folgender Grenzen:

$$0 \text{ K} < \sigma \leq 5 \text{ K}$$

1. Unter Randflächen versteht man die Flächen in einem Abstand von 1 m zu den Außenwänden der zu beheizenden Räume

Berechnung der Vorlauftemperatur



Der Wert $[\sigma]$ gibt die Differenz zwischen der Vorlauf- und Rücklauftemperatur in der Anlage an.

Der erste zu berechnende Parameter ist die Vorlauftemperatur $[\vartheta_{v, des}]$

$$\vartheta_{v, des} = \Delta\vartheta_H + \sigma/2 + \vartheta_i$$

Wobei:

$\Delta\vartheta_H$ = Differenz zwischen der Temperatur des Wärmeträgerfluids und der Temperatur der zu beheizenden Umgebung [°C]

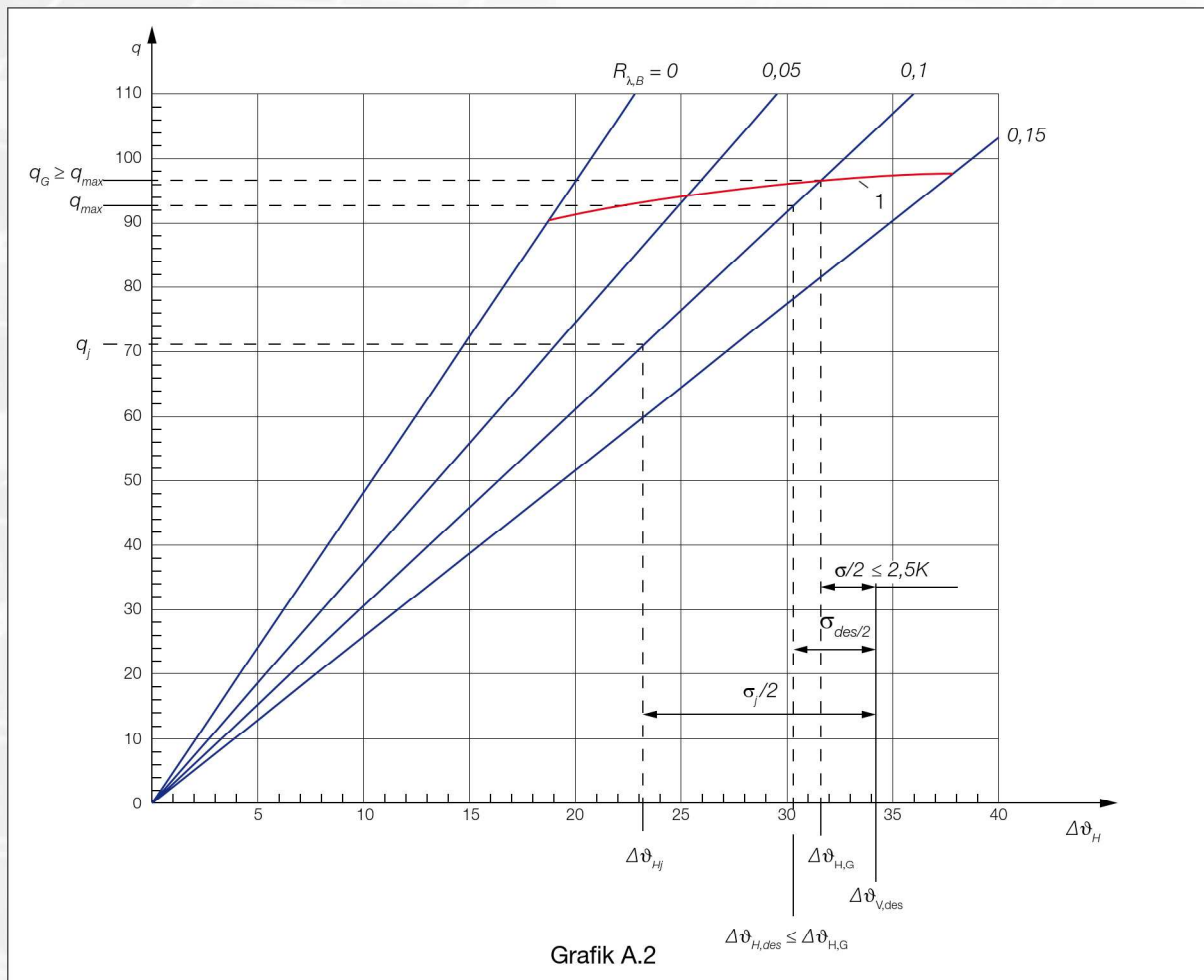
σ = Temperaturspreizung zwischen Vorlauf und Rücklauf [K]

ϑ_i = Temperatur des zu beheizenden Raumes [°C]

Bei Anwendung der oben genannten Formel wählt man die ungünstigere Umgebung, beziehungsweise jene Umgebung mit dem höchsten Wärmeleistungsbedarf (Bäder ausgenommen). Die Temperaturspreizung $[\sigma]$ wird kleiner oder gleich 5 K gesetzt: Falls erforderlich, kann die Heizfläche in einem Raum von mehr als einem Heizkreislauf versorgt werden.

Mit den eben definierten Bedingungen muss der Wert der thermischen Belastung $[q_{max}]$ unter dem Wert $[q_G]$ bleiben.

$$[q_{max}] \leq [q_G]$$





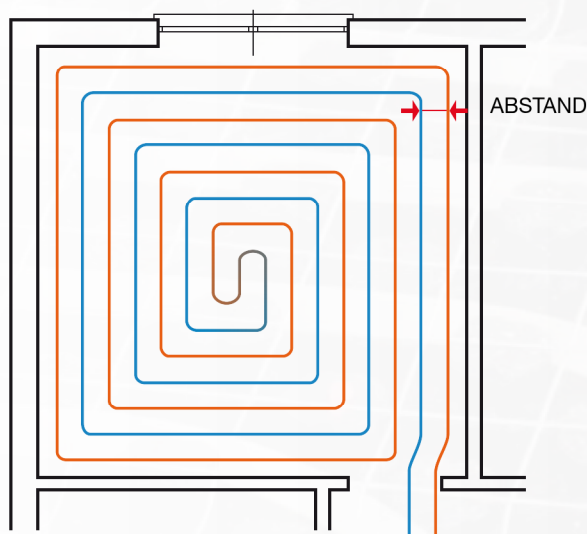
Berechnung der Vorlauftemperatur

Die Grafik A.2 zeigt wie die Vorlauftemperatur $[\vartheta_{v, des}]$ anhand des Belastungswerts $[q_{max}]$ berechnet wird.

Zudem empfiehlt es sich immer, den geringsten Abstand zwischen zwei unmittelbar angrenzenden Rohren einzusetzen.

Das Rohr kann entweder mit konstantem oder unterschiedlichen Abstand verlegt werden und dabei serpentin- oder spiralförmig verlaufen.

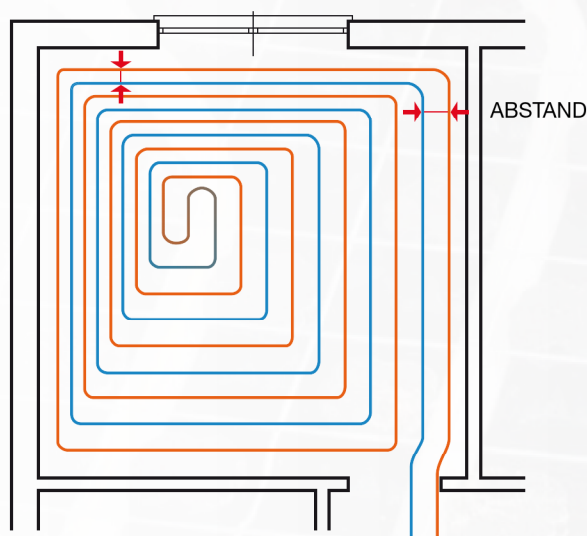
Üblicherweise ist ein spiralförmiger Verlauf vorzuziehen, da somit eine gleichmäßigere Erwärmung des Raumes gegeben ist und die Installation schneller vonstatten geht.



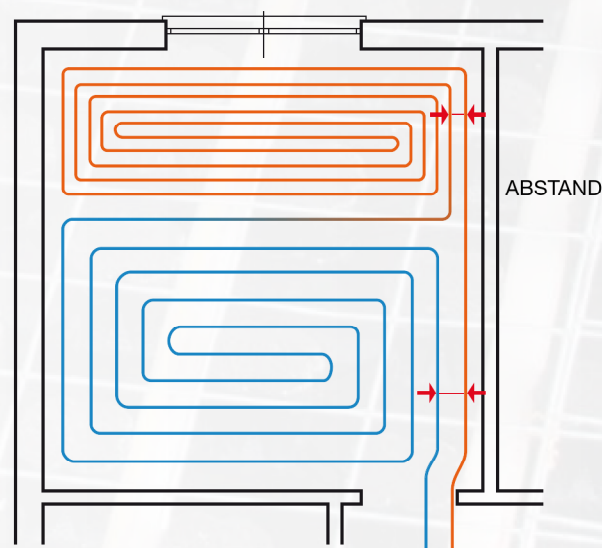
Spiralförmige Verlegung mit konstantem Abstand



Serpentinenförmige Verlegung mit konstantem Abstand



Spiralförmige Verlegung mit unterschiedlichem Abstand



Spiralförmige Verlegung mit zwei Heizflächen mit unterschiedlichem Abstand

Berechnung der Vorlauftemperatur



Die Installation mit unterschiedlichen Abständen ist dann sinnvoll, wenn ein Raum einen hohen Wärmeverlust aufweist (z.B. bei zwei Wänden nach außen, Glaswand, etc.): In diesem Fall kann ein kleinerer Abstand den übermäßigen Wärmeverlust kompensieren.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Förderrichtung des Vorlaufs bei serpentinförmigen Installationen immer zu den Außenwänden hin verläuft.

Mindestabstand zwischen den Rohren und den Strukturen, die den Raum begrenzen, gemäß der Norm EN 1264:

- 5 cm hin zu senkrechten Bauten
- 20 cm hin zu Rauchabzügen, Kaminen und Aufzügen

Die Berechnung der Temperaturspreizung $[\sigma]$ erfolgt anhand der beiden folgenden Gleichungen:

Fall 1)

mit $\sigma/\Delta\vartheta_H \leq 0,5$

$$\sigma = \vartheta_{v,des} - \vartheta_i - \Delta\vartheta_H$$

Fall 2)

mit $\sigma/\Delta\vartheta_H > 0,5$

$$\sigma = 3 * \Delta\vartheta_H * \left[\sqrt{1 + \frac{4 * (\vartheta_{v,des} - \vartheta_i - \Delta\vartheta_H)}{(3 * \Delta\vartheta_H)}} - 1 \right]$$



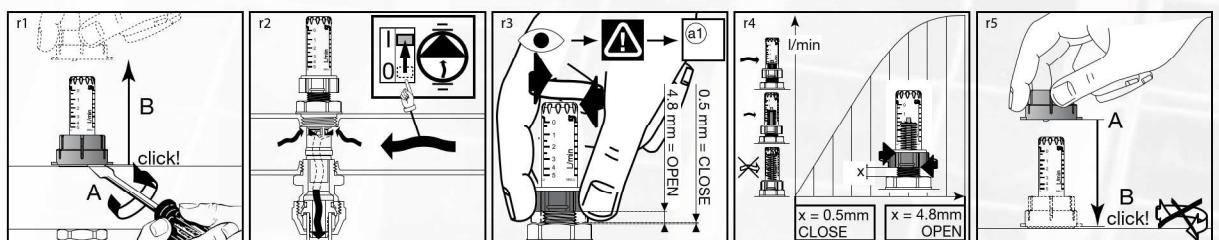
BERECHNUNG DER VORLAUFLEISTUNG

Bei Fußbodenheizungssystemen besitzt jeder Kreislauf einen spezifischen Durchflusswert. **Die Regelung erfolgt auf einfache Weise durch den Einsatz von Durchflussmessern am Eingang eines jeden Vorlaufs:**



Durch den transparenten Anzeigekörper aus Kunststoff kann der Techniker den projektierten Wert schnell einstellen, indem er die Durchflussrate direkt abliest [l/min].

Im Folgenden werden die verschiedenen Schritte zur Einstellung des Durchflussmessers gezeigt:

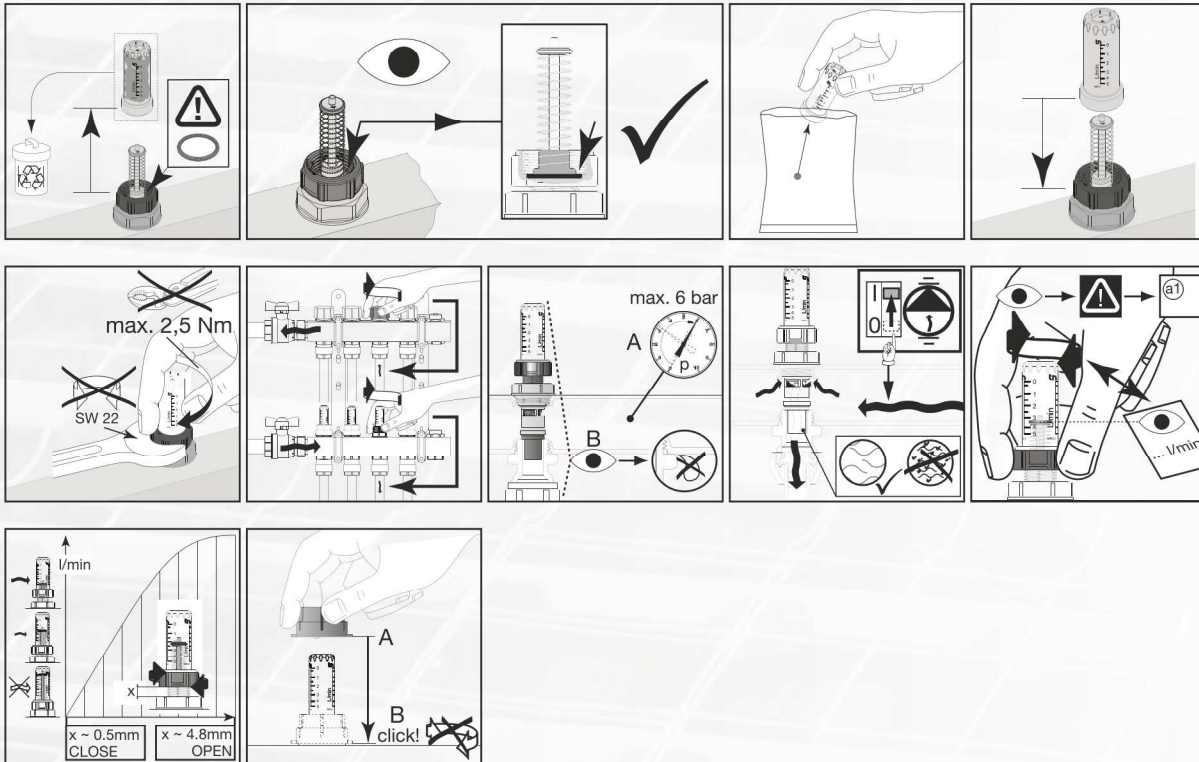


Berechnung der Vorlaufeistung



Falls aufgrund einer im Kreislauf bestehenden Verunreinigung der transparente Anzeigekörper des Durchflussmessers matt erscheint, kann dieses Bauteil ohne Leerung der Anlage gereinigt oder getauscht werden.

Im Folgenden wird gezeigt, wie vorzugehen ist, um die oben genannte Wartung durchzuführen:



Den Durchsatz [m_H] berechnet man mithilfe der folgenden Formel:

$$m_H = \frac{A_f \cdot q}{\sigma \cdot C_w} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{q \cdot R_u} \right)$$

Wobei:

A_f = Fläche des zu beheizenden Raumes [m^2]

C_w = spezifische Wärmekapazität des Wassers (entspricht 4190 J/Kg K)

R_o = Widerstand des Fußbodens bei der Wärmeübertragung nach oben [$(m^2 K)/W$]

R_u = Widerstand des Fußbodens bei der Wärmeübertragung nach unten [$(m^2 K)/W$]

ϑ_i = Umgebungstemperatur gemäß der Norm EN 1264-2 [$^{\circ}C$]

ϑ_u = Temperaturen der Umgebung unterhalb der zu beheizenden Umgebung [$^{\circ}C$]



Berechnung der Vorlaufleistung

Die folgenden Formeln sind anzuwenden, um die Widerstandswerte $[R_o]$ und $[R_u]$ zu berechnen:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{S_u}{\lambda_u}$$

$$R_u = R_{\lambda, ins} + R_{\lambda, ceiling} + R_{\lambda, plating} + R_{\alpha, ceiling}$$

Wobei:

$$\frac{1}{\alpha} = 0,0093 \text{ (m}^2 \text{ K) / W}$$

$R_{\alpha, ceiling}$ = Widerstand gegen die Wärmeübertragung des Estrichs unterhalb des Fußbodens des zu beheizenden Raumes. Üblicherweise $0,17 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$

$R_{\lambda, B}$ = thermischer Widerstand des Fußbodens $[(\text{m}^2 \text{ K)/W}]$

S_u = Dicke der Trägerschicht des Rohrs $[m]$

λ_u = Wärmeleitfähigkeit des Rohrträgers $[W/(m \text{ K})]$

$R_{\lambda, ins}$ = thermischer Widerstand des Isolierstoffs $[(\text{m}^2 \text{ K)/W}]$

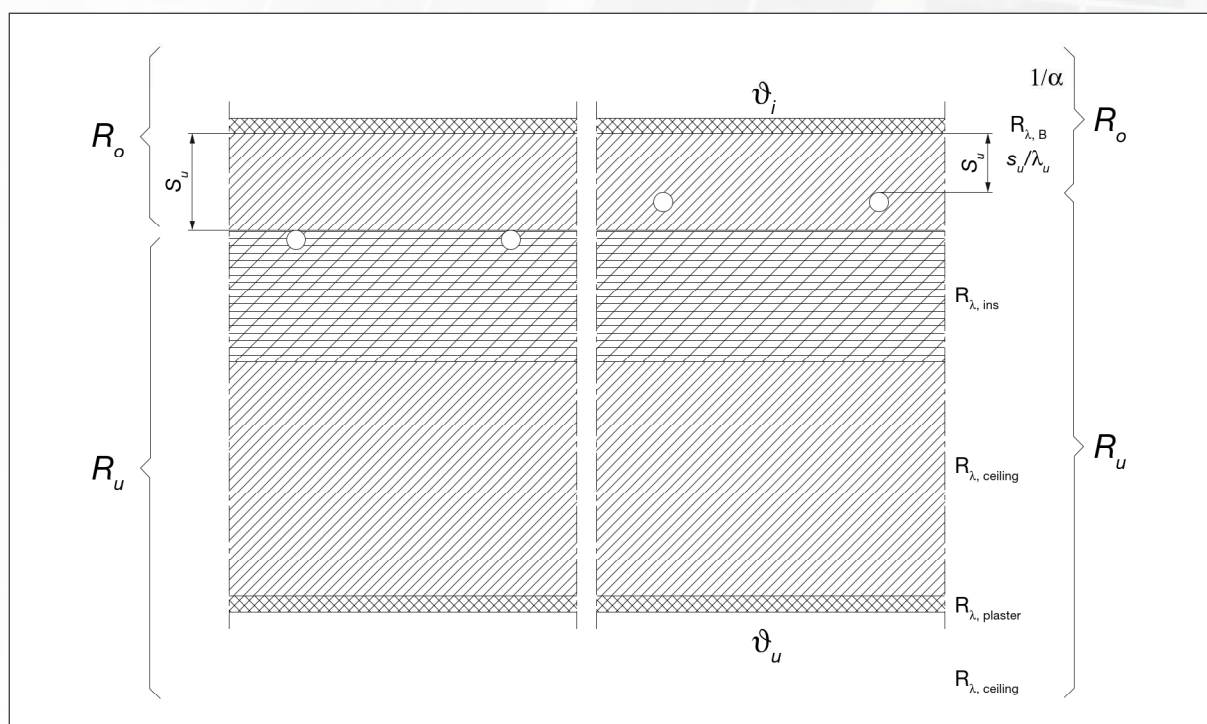
$R_{\lambda, ceiling}$ = thermischer Widerstand des Estrichs $[(\text{m}^2 \text{ K)/W}]$

$R_{\lambda, plating}$ = thermischer Widerstand des Putzes $[(\text{m}^2 \text{ K)/W}]$

Das folgende Bild zeigt zwei Verlegebeispiele eines Fußbodenheizungssystems:

- Beim Schema auf der linken Seite befindet sich das Rohr innerhalb der Isolierschicht.
- Beim Schema auf der rechten Seite ist das Rohr oberhalb der Isolierschicht verlegt.

Zum besseren Verständnis sind zudem die Kennwerte der Daten für die vorgenannten Formeln grafisch dargestellt.



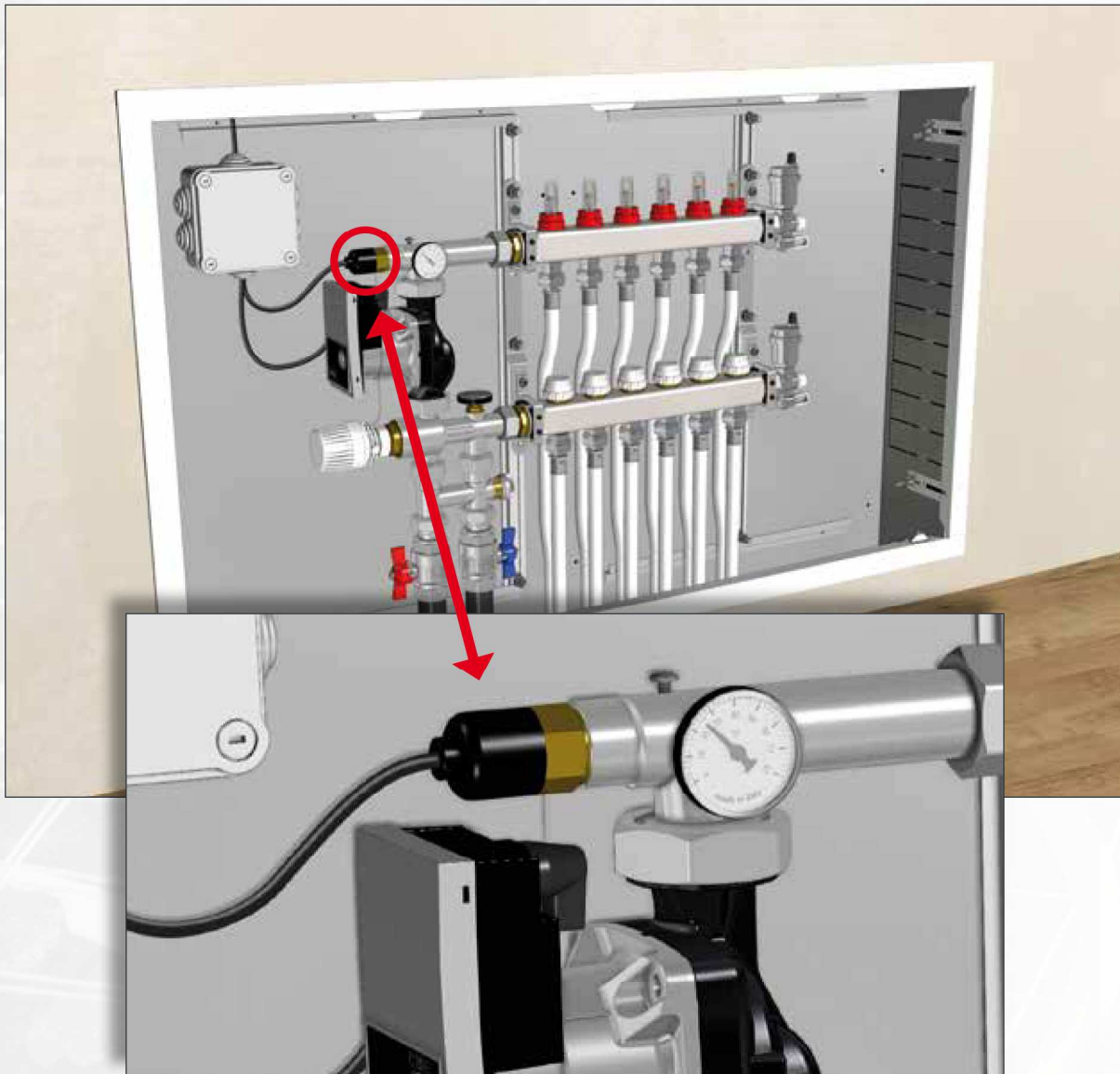
Prüfung und Erstinbetriebnahme der Fußbodenheizungsanlagen



Ein sehr wichtiger Aspekt ist der Einsatz fachgerechter Komponenten und Zubehörteile gemäß den in der Norm EN 1264 genannten Anforderungen.

Die erste Anforderung im Falle eines Mischsystems für die Verringerung und Regulierung der Temperaturen für die Heizflächen, ist die Montage eines Sicherheitselements, das **die Vorlauftemperatur auf einen Wert von maximal 55 °C begrenzt.**

Wird ein Festwertregel-Set von Itap eingesetzt, enthält dieses ein Sicherheitsthermostat, welches die Stromversorgung der Pumpe im Sekundärkreislauf unterbricht, sobald der Schwellenwert von 55 °C überschritten wird.





Nachdem ein derartige Anlage fachgerecht realisiert wurde, ist eine **Dichtheitsprüfung** erforderlich, die mit Wasser oder Druckluft durchzuführen ist.

Bevor der Estrich auf den Fußboden verlegt wird, ist eine Prüfung mit einem Prüfdruck von 4 bis 6 bar durchzuführen.

Falls während der Prüfung die Gefahr von Eisbildung in den Rohren besteht, sind entsprechende Vorkehrungen, wie zum Beispiel der Einsatz von Frostschutzmitteln, zu treffen. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Prüfung während des gesamten Zeitraums der Einbringung des Estrichs beizubehalten und regelmäßig zu kontrollieren ist.

Bevor das Heizungssystem in den regulären Betrieb genommen wird, muss die Frostschutzflüssigkeit entfernt und das System mindestens dreimal durchgespült werden.

Nachdem die Dichtheitsprüfung mit positivem Ergebnis beendet wurde, ist mit der Erstinbetriebnahme der Anlage fortzufahren.

Die Erstinbetriebnahme darf erst frühestens 21 Tage nach Einbringung des Estrichs erfolgen. Der Einsatz spezieller Additive kann diesen Zeitraum beträchtlich verringern, jedoch darf es nicht kürzer als 7 Tage sein.

Die Ingangsetzung erfolgt bei einer Vorlauftemperatur von 20 °C bis 25 °C für einen Zeitraum von mindestens 3 Tagen.

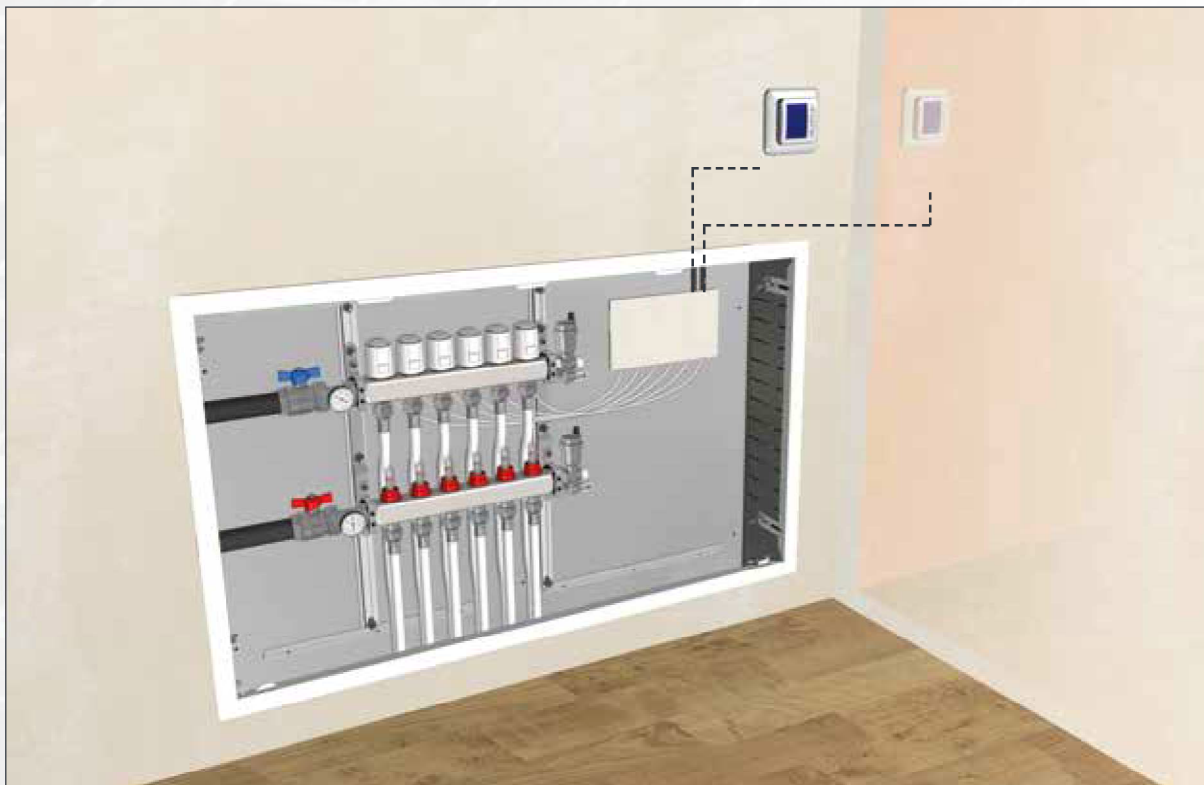
Anschließend wird die Vorlauftemperatur für eine Mindestdauer von 4 Tagen auf den berechneten Maximalwert erhöht.

Die Erstinbetriebnahme sowie die Dichtheitsprüfung sind zu dokumentieren, diese Dokumentation ist aufzubewahren.



ANLAGEN MIT VARIABLER DURCHFLUSSMENGE UND NUTZUNG DES DIFFERENZDRUCK-BYPASS

Eine gesonderte Betrachtung sollte man Anlagen mit variablem Durchfluss geben. Dies bedeutet, dass **die einzelnen Abnehmer durch Steuerventile gesteuert werden**, welche mit der Temperatur der zu beheizenden Umgebung interagieren. Speziell im Bereich der Fußbodenheizungen kann jeder Kreislauf durch eine elektrothermische Steuerung gesteuert werden, welche an einen Temperatursensor (oder ein Raumthermostat) im Inneren des zu beheizenden Raumes angeschlossen ist.



Sobald die an jeder Sonde eingestellte Temperatur erreicht wird, schließt sich der entsprechende elektrothermische Stellantrieb. Dies führt zu einer Abweichung des Durchflusses, was wiederum einen Anstieg des Differenzdrucks zur Folge hat. Dieses Phänomen birgt verschiedene Probleme, darunter:

- Geräuschentwicklung
- übermäßige Abnutzung der inneren Bauteile
- Ungleichgewicht der einzelnen Kreisläufe. Dieser letzte Punkt spielt eine sehr kritische Rolle, denn durch die offen gebliebenen Kreisläufe wird der Durchfluss erhöht.

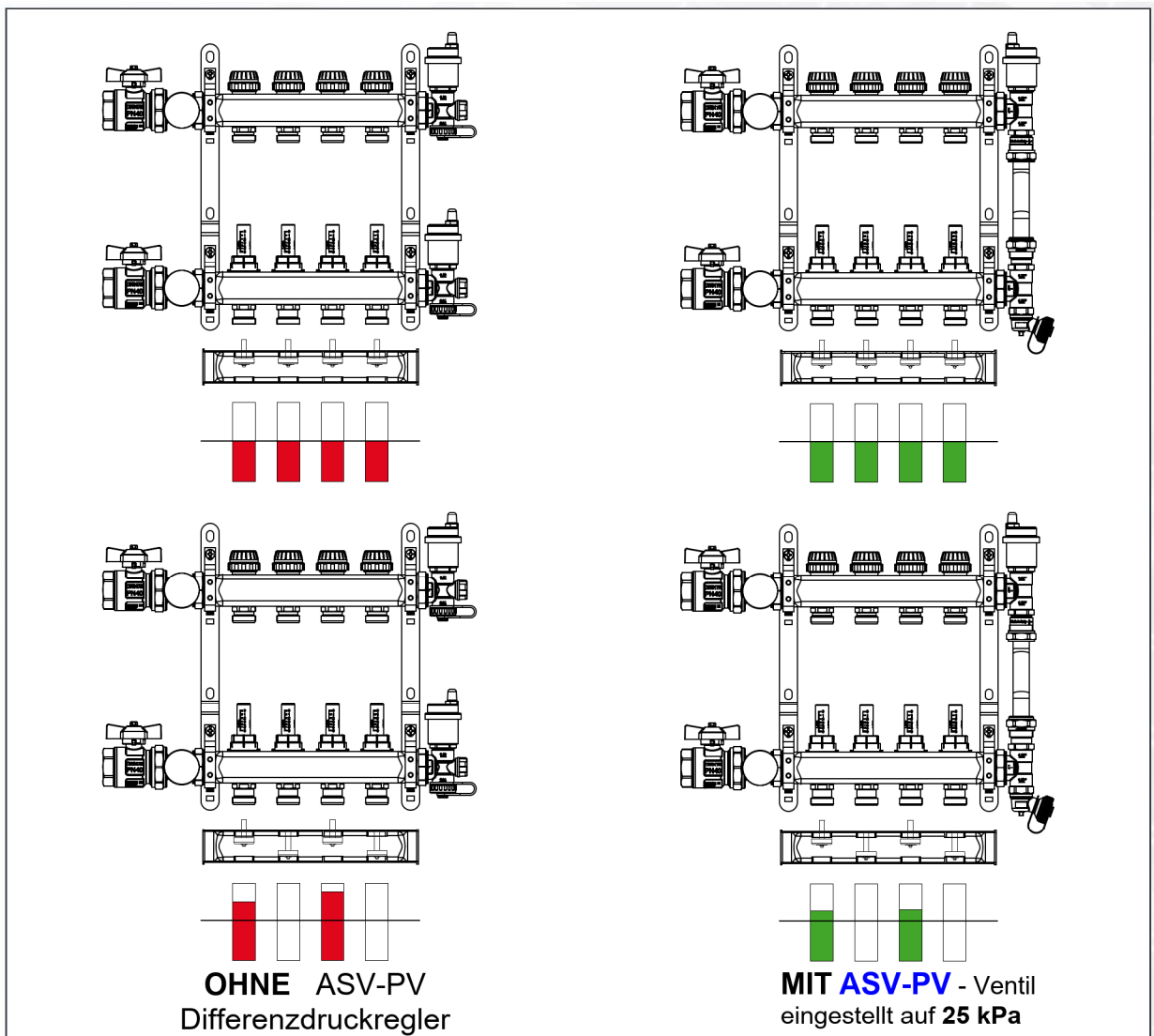
Wir empfehlen bei Installation von mehreren Verteilern bzw. Anlagen mit variabler Durchflussmenge ein Differenzdruck-Ventil, z.B. ASV-PV, zu installieren.

Energieeinsparung durch konstanten Volumenstrom!

Durch das Differenzdruckventil ASV-PV, mit einem Sollwert von 0,05...0,25bar = (5...25kPa), eingestellt auf **25 kPa** ist es in der Lage einen konstanten Druck, od. Durchfluss in den einzelnen Kreisläufen zu garantieren, bzw. konstant zu halten.

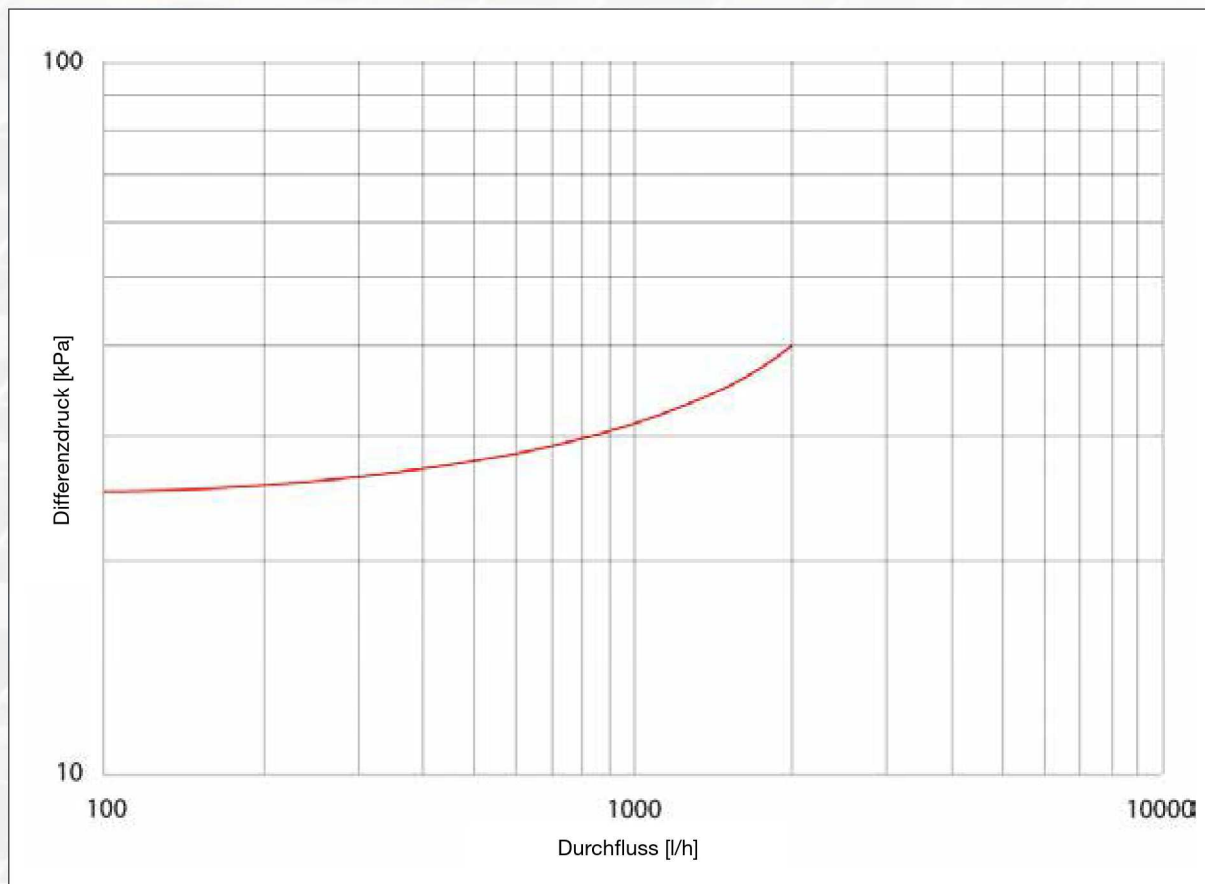


← eingestelltes **ASV-PV** - Ventil auf 25 kPa





In der folgenden Grafik kann der Durchflusswert des Differenzdruck-Bypass in Abhängigkeit vom Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf überprüft werden:



Sehen wir uns den klaren Vorteil bei Nutzung des Bypass im Praxisbeispiel an.

Bei Zuhilfenahme der vorherigen Grafik und ausgehend von einem hypothetischen Differenzdruck von ungefähr 30 kPa, erhält man einen Durchfluss von ca. 15 [l/min].

Denkt man an einen durchschnittlichen, für Haussysteme mittlerer Baugröße realistischen Durchfluss von 3 [l/min] je Kreislauf, ist der Differenzdruck-Bypass in der Lage, den Drucküberschuss von bis zu maximal 5 vollständig geschlossenen Kreisen auszugleichen.

Jenseits dieses Wertes kommt es zu einem Ungleichgewichtseffekt in den noch geöffneten Kreisen, auch wenn dieser Effekt im Vergleich mit einer Installation ohne Differenzdruck-Bypass geringer ausfällt.



Literatur:

EN 1264-1:

*Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
Teil 1: Definitionen und Symbole*

EN 1264-2:

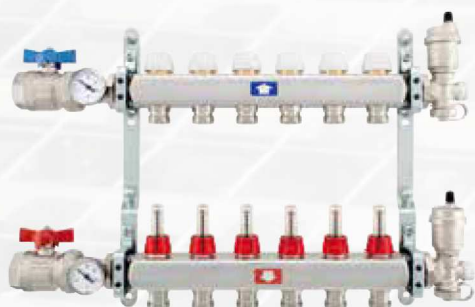
*Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
Teil 2: Fußbodenheizung; Prüfverfahren für die Bestimmung der Wärmeleistung unter
Benutzung von Berechnungsmethoden und experimentellen Methoden*

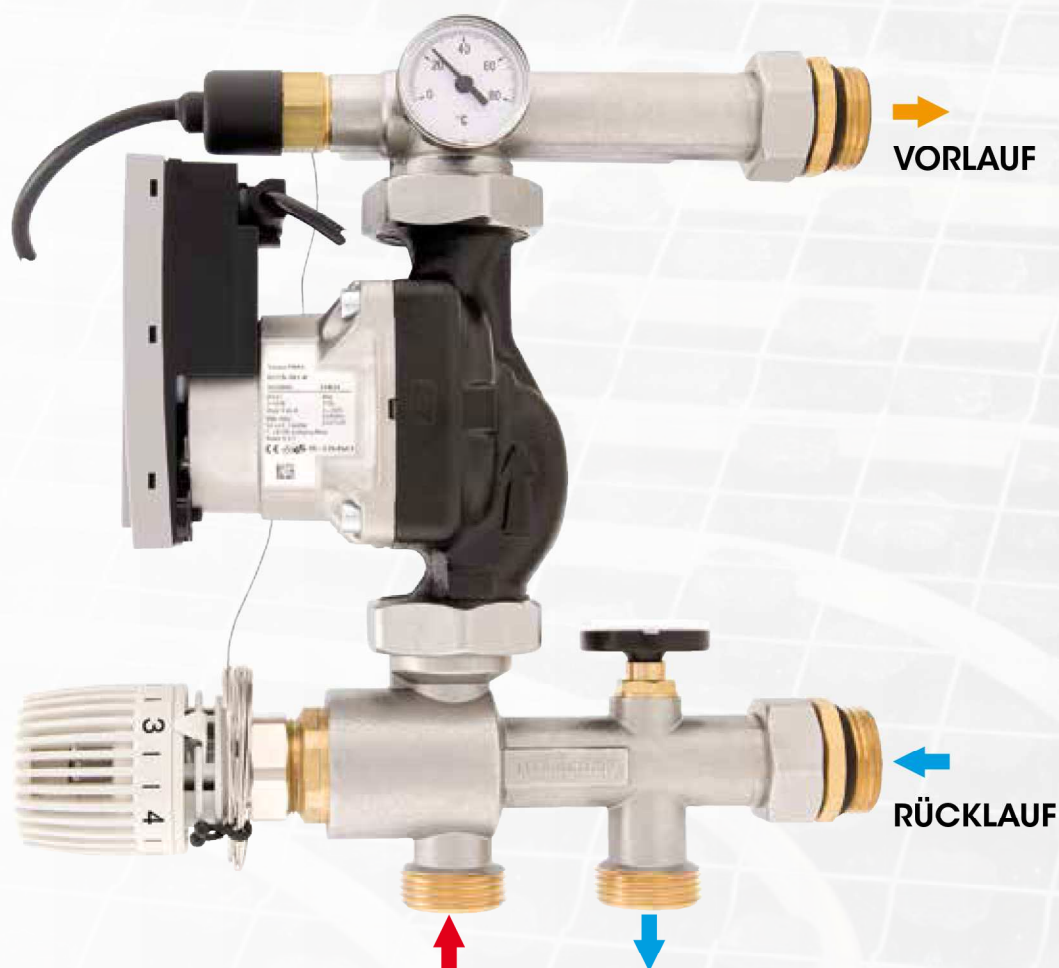
EN 1264-3:

*Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
Teil 3: Auslegung*

EN 1264-4:

*Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
Teil 4: Installation*





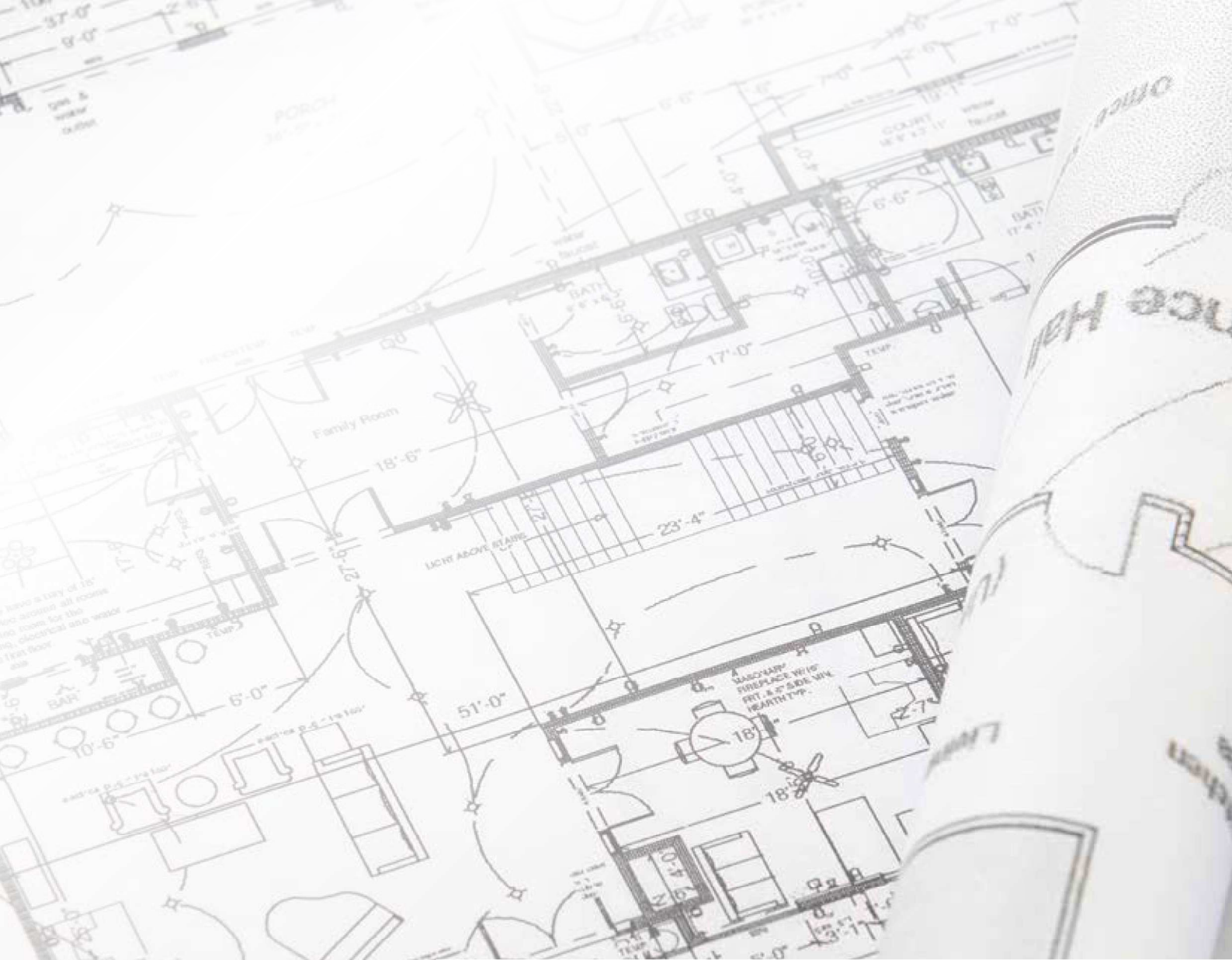
Verfügbar mit Energiesparpumpe (9490100200CPF) oder ohne Energiesparpumpe (9490100200SPF).

Bestehend aus:

- 3-Wege-Mischventil
- Thermostatkopf mit Anlegefühler
- Sicherheitsthermostat 55 °C
- Thermometer (Skala 0°- 80 °C) an Vorlauf und Rücklauf montiert
- Energiesparpumpe (auf Anfrage)

Technische Eigenschaften:

- Eingesetzte Flüssigkeit: Wasser, Glykol-Mischung max. 30%
- Regeltemperatur: 20 °C – 55 °C
- Maximaler Arbeitsdruck: 6 bar
- Ventilkörper und Anschlüsse: vernickeltes Messing
- Verfügbares Maß: 1"
- Gewindeanschlüsse ISO 228 (entspricht DIN EN ISO 228 und BS EN ISO 228)



T: +39 - 0472 - 970342

E: office3@ametechnik.com

Förche, 42

I: www.ametechnik.com

I-39040 SCHABS – SCIAVES (BZ)

F: www.facebook.com/ametechnik

IT 02 404 470 219



FACHHANDEL FÜR HEIZ- UND SOLARSYSTEME
SCHABS | TEL. +39 0472 970 342

www.ametechnik.com



via Ruca 19/21 - 25065 Lumezzane - Brescia - ITALY
Tel +39 030 89270 - Fax +39 030 8921990
info@itap.it - www.itap.it