PRINETO®

# Technische Dokumentation

IVT
WÜRTH GROUP

# Inhalt

1 1. Allgemeine Informationen S. 3

2. Planungshinweise & Technische Daten S. 8

3. Zulassungen/Gewährleistungsurkunde S. 304

Irrtum und Änderungen vorbehalten!

# Allgemeine Informationen

## IVT – ein Unternehmen der Würth-Gruppe

Als Partnerunternehmen der weltweit erfolgreich tätigen Würth-Gruppe haben wir uns mit unseren innovativen Lösungen für Sanitär- und Heizungssysteme sowie Solarthermie international einen Namen gemacht. IVT verfügt über moderne Produktionsanlagen am Firmensitz in Rohr bei Nürnberg und realisiert nationale und internationale Projekte – vom Einfamilienhaus bis hin zum Großobjekt. Unsere Philosophie ist die Realisierung von Innovationen auf hohem technischen Niveau – zum Nutzen und zur Zufriedenheit unserer Kunden.

## Unsere Marken:

***PRINETO*** Das Kunststoffrohrsystem für Trinkwasser, Heizung und Flächenheizung

***PRIPRESS*** Radialpress-Installationssystem – schnell, direkt, sicher.

***LATENTO*** Ganzjahres-Solarsysteme zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

## IVT – im Überblick

- Tochterunternehmen der weltweit tätigen Würth-Gruppe
- Moderne Produktionsanlagen in Deutschland
- Direktvertrieb ohne Zwischenhändler
- Online-Bestellmöglichkeit und Bestell-App
- 24-h-Lieferservice (DE, AT)
- Kompetente Fachberater vor Ort
- Baustelleneinweisung und Betreuung
- Planungsunterstützung größerer Objekte
- Zahlreiche Patente und Neuentwicklungen
- Individuelle Logistiklösungen für jeden Anwendungsfall

***PRINETO*** Schiebehülsenverbindung

1

**Lieferservice**
„Am Abend bestellt, am nächsten Morgen geliefert!“ Ihre eiligen Bestellungen liefern wir im Nachtsprung – bei Wunsch direkt auf die Baustelle. Unser 24-h-Service garantiert Ihnen die Lieferung innerhalb von 24 Stunden oder schneller, je nach Ihren individuellen Bedürfnissen. Unser Servicegrad von 99,8 % stellt sicher, dass praktisch alle Artikel sofort lieferbar sind.

**Qualitätssicherung**
Qualität hat höchste Priorität. Strenge Qualitätsüberwachung im eigenen Labor sowie regelmäßige Kontrollen anerkannter, europäischer Prüfinstitute gewährleisten unser hohes Qualitätsniveau. Weltweit über 100 Millionen Verbindungen und mehr als 5.000 zufriedene Kunden sind der beste Beweis.

**Kundenservice**
Kundenorientierung steht bei uns an erster Stelle. Mit qualifizierten Fachplanern unterstützen wir Sie bei den Planungen Ihrer Objekte. Unsere kompetenten Fachberater stehen Ihnen bei Fragen rund um ***PRINETO, PRIPRESS*** und ***LATENTO*** jederzeit zur Verfügung – vor Ort, per Telefon, Fax oder E-Mail. Testen Sie uns!

**Würth**
IVT ist ein Tochterunternehmen der Adolf Würth GmbH & Co. KG, einer weltweit erfolgreich tätigen Unternehmensgruppe in der Montage- und Befestigungstechnik mit Sitz in Künzelsau, Deutschland. Über drei Millionen Kunden aus Handwerk und Industrie vertrauen auf die Produkte, die Qualität und den Service von Würth.

### ***PRINETO* – fit für die Zukunft**

Unsere hochwertigen, innen und außen verzinnten Standardfittings aus dem Werkstoff CW 617N (Farbe: Silber) entsprechen den Anforderungen der aktuellen TrinkwVO in Verbindung mit DIN 50930-6 und gewährleisten damit sichere, gesunde und hygienische Trinkwasserleitungen.

Für besonders anspruchsvolle Trinkwasserinstallationen stehen unser völlig bleifreier, entzinkungsbeständiger und besonders gegen Spannungsrisskorrosion resistenter Hochleistungswerkstoff Cuphin sowie unser neues Sortiment von Rohrverbindern aus dem Hochleistungspolymer PPSU zur Verfügung.

### ***PRINETO* – ein Fitting für Heizung und Sanitär**

***PRINETO*** – das Universalrohrsystem für Trinkwasser-, Heizungs- und Flächenheizungsinstallationen sowie Druckluftanlagen von 12 bis 63 mm Außendurchmesser. Mit nur einem Rohr und einem Fitting lassen sich alle Anwendungsbereiche abdecken – das spart Lagerplatz und Kosten. Die patentierte ***PRINETO*** Schiebehülsenverbindung garantiert eine einfache und sichere Installation und sorgt für einwandfreie Trinkwasserhygiene und Sicherheit – ein Leben lang.

### ***PRINETO* – kein O-Ring – 100 % sicher**

Die patentierte ***PRINETO*** Verbindetechnik benötigt keinen O-Ring und besitzt eine um ein Vielfaches größere Dichtfläche als herkömmliche Verbindungen. Das bedeutet 100 % Sicherheit und perfekte Hygiene. Die ***PRINETO*** Verbindetechnologie ermöglicht außerdem einen hohen Durchfluss, da der Querschnitt des Rohres im Fitting nahezu unverändert bleibt (Aufweittechnologie).

### ***PRINETO* Werkzeuge – einfach, baustellengerecht und sicher.**

Mit Anwendern entwickelte Werkzeuge garantieren ein Höchstmaß an Handlichkeit und Schnelligkeit auf der Baustelle. Durch die eindeutige Sichtkontrolle beim Herstellen der Verbindung kann jederzeit die Güte der Verbindung kontrolliert werden. Bei allen ***PRINETO*** Werkzeugen ist der Endanschlag so konstruiert, dass ein Überpressen der Verbindung unmöglich ist.

### ***PRINETO* Flächenheizung – modular, komfortabel, universell.**

Bei der ***PRINETO*** Flächenheizung haben Sie die Wahl zwischen mehreren Systemen der Nassverlegung für Wohn- und Gewerbeobjekte und einem System zur Trockenverlegung für Fußboden- und Wandheizungen/-kühlungen. Das ***PRINETO*** Dünnschichtsystem ermöglicht die Verlegung einer Fußbodenheizung mit einer besonders geringen Aufbauhöhe auch direkt auf einem vorhandenen Bodenbelag – ideal für die Sanierung.

### ***PRINETO* Planungsunterstützung**

Eigene Planerbetreuer und Fachplaner unterstützen Sie bei der gesamten Konzeption und Umsetzung Ihrer Objekte mit ***PRINETO***.
Die planungstechnische Ausarbeitung für Gebäude, wie z. B. FBH-Schnellauslegung und Rohrnetzdimensionierung, mit Erstellung von ***PRINETO*** Massenauszügen erfolgt mit der liNear Planungssoftware.
Weitere Informationen:
liNear GmbH, Kackertstr. 7 – 11, 52072 Aachen,
Tel.: 0241-889800
Preise und Ausschreibungstexte des gesamten ***PRINETO*** Lieferprogramms stehen im Datanorm 4.0-Format unter www.ivt-group.com zur Verfügung (Anwendungsprogramm mit Datanorm-Schnittstelle erforderlich).

### ***PRINETO* Online-Schnellauslegung**

Unabhängig von fest installierter Software bietet die IVT Online Web-Applikation die Möglichkeit einer schnellen und einfachen Online-Planung der Fußbodenheizung zur Angebotskalkulation.
www.ivt-flaechenheizung-schnellauslegung.de

**Referenzen**

***PRINETO*** wird seit mehr als 20 Jahren in nahezu allen Objektarten installiert. Mehr als 100 Mio. ***PRINETO*** Verbindungen sind weltweit im Dauerbetrieb in Sanitär- und Heizungsinstallationen, Flächenheizungen und -kühlungen, Schwingbodenheizungen, Druckluftinstallationen und anderen industriellen Bereichen, wie z. B. Schiffsbau, Waggonbau und Fertighausbau, im Einsatz. Ständig kommen weitere bedeutende nationale und internationale Objekte dazu. Namhafte Bauträger und Bauherren sowie mehr als 5.000 Installations- und Industriebetriebe, die Wert auf Qualität und Service legen, vertrauen auf ***PRINETO***.

- Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Kleine und große Gewerbeobjekte
- Banken und Sparkassen
- Geschäfte und Läden
- Hotels
- Altenwohnanlagen
- Behindertenwerkstätten
- Ministerien
- Werften
- Sport- und Mehrzweckhallen
- Funk- und Fernsehanstalten
- Fußballstadien
- Kirchen
- Autobahntunnel
- usw.

# 2. Planungshinweise & Technische Daten

PRINETO®

Inhalt


- Rohre S. 10
- Fittings S. 38
- Klemmverbindung S. 42
- Trinkwasserinstallationen S. 54
- Heizungsinstallation S. 80
- Fußbodenheizung S. 122
- Wandheizung S. 236
- Industrieflächenheizung S. 268
- Betonkerntemperierung/Thermische Bauteilaktivierung S. 282
- Sonderanwendungen S. 292
- Druckluftinstallation S. 296

**PRINETO** Rohre


## Eigenschaften S. 11

- Normen S. 11
- Rohstoff S. 11
- Rohrfertigung S. 11
- Vernetzung S. 11
- Qualitätssicherung durch Fremdüberwachung S. 11
- Schalldämmung S. 11
- Chemische Beständigkeit S. 11
- Lagerung S. 11
- Druckstöße S. 11
- Ablagerungen S. 11
- Füllmengen S. 11
- Materialeigenschaften PE-X S. 12
- Betriebsbedingungen S. 12
- Rohrabmessungen im Vergleich S. 14
- Stabil-Rohr S. 15
- PE-X Sanitärrohr S. 16
- PE-X Heizrohr S. 16
- Flächenheizrohr S. 17
- Flächenheizrohr PE-RT S. 17
- Flächenheizrohr PE-HDS (HD-Xb S), selbstvernetzend S. 18
- Flächenheizrohr Stabil S. 18
- Zeitstandverhalten S. 19

## Verarbeitungshinweise S. 20

- Längenänderung und Biegeschenkel S. 20
- Festpunkte und Gleitschellen S. 26
- Durchhang der flexiblen PE-X-Rohre S. 26
- Verarbeitung bei Frost S. 26
- Potenzialausgleich S. 27
- Biegen S. 27
- Mindestabstand zwischen den Fittings S. 28

## Brandschutzdämmung S. 29

- Baustoffklassen S. 29
- Feuerwiderstandsklassen S. 29
- Rohrleitungen aller Durchmesser S. 30
- Vereinfachungsregelungen für **PRINETO** Rohrleitungen ≤ 32 mm Außendurchmesser S. 31
- Rohrleitungen in Flucht- und Rettungswegen S. 32
- Kaltgehende Leitungen S. 32

## Dämmung von Rohrleitungen S. 33

- Dämmung Trink-Kaltwasser S. 33
- Dämmung Trink-Warmwasser u. Heizung S. 34
- Dämmungsbeispiele für Heizungs- und Warmwasserleitungen nach EnEV S. 36

# Eigenschaften

## Normen

***PRINETO*** Rohre entsprechen den einschlägigen Normen der jeweiligen Anwendungsbereiche, wie z. B. DIN EN ISO 15875, Kunststoffrohrleitungssysteme für die Warm- und Kaltwasserinstallation – vernetztes Polyethylen PEX, DIN EN ISO 21003, Mehrschichtverbund-Rohrleitungssysteme für die Warm- und Kaltwasserinstallation innerhalb von Gebäuden bzw. den Arbeitsblättern des DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, z. B. Arbeitsblatt W270 für die Eignung im Trinkwasserbereich in mikrobiologischer Hinsicht. Die zu den jeweiligen Rohrtypen relevanten Normen sind in den entsprechenden Kapiteln, z. B. Kapitel Flächenheizungssystem, separat aufgeführt.

## Rohstoff

Als Basismaterial wird hochmolekulares Polyethylen hoher Dichte verwendet (Flächenheizrohre auch als Polyethylen mit erhöhter Temperaturbeständigkeit PE-RT erhältlich), welches mit Zusätzen gegen thermischen Abbau wärmestabilisierend ausgerüstet ist.

## Rohrfertigung

Die Herstellung der Rohre erfolgt im Extrusionsverfahren auf modernen Extrusionsanlagen, die für die Verarbeitung von hochmolekularen Polyethylenen optimiert wurden.

## Vernetzung

Die Vernetzung, d.h. die Verknüpfung der Molekülketten des Polyethylens zu einem „Makromolekül" mit räumlichem Netzwerk, bewirkt, dass der von Rohren aus thermoplastischen Werkstoffen bekannte Steilabfall der Innendruck-Zeitstandfestigkeit, insbesondere bei höheren Temperaturen, nicht auftritt.

## Qualitätssicherung durch Fremdüberwachung

Für die Sanitärrohre wurde das DVGW-Prüfzeichen mit der Registernummer DW 8306BN0286 vergeben. Die Heizrohre sind nach der DIN 4726 sauerstoffdiffusionsdicht. Im Rahmen von Überwachungsverträgen mit dem OFI Forschungsinstitut Wien und dem Süddeutschen Kunststoffzentrum (SKZ) werden ständig die wichtigsten Eigenschaftswerte geprüft.

## Schalldämmung

PE-X-Rohre wirken gegenüber Metallrohren dämmend bei Körperschall. PE-X-Rohre bilden somit eine günstige Voraussetzung für die geräuscharme Trinkwasser- und Heizungsinstallation.

## Chemische Beständigkeit

Es sind mehr als 1000 Stoffe bekannt, gegen die ***PRINETO*** Rohre beständig sind. ***PRINETO*** Rohre neigen nicht zur Schlammbildung.

## Lagerung

***PRINETO*** Rohre sind lichtgeschützt und bis zur Verarbeitung in der Original-Verpackung zu lagern.

## Druckstöße

PE-X-Rohre wirken dämpfend bei Druckstößen. Anhaltende Druckstöße können die Stabil-Rohre schädigen und sind daher zu vermeiden.

## Ablagerungen

PE-X-Rohre wirken auf Wasserinhaltsstoffe eher abstoßend. Die Neigung, festsitzende Ablagerungen zu bilden, ist nicht vorhanden.

## Füllmengen

| | | |
|---|---|---|
| Sanitär- und Heizrohr | | |
| PE-X 16 | 16 x 2,2: | 0,11 l/lfdm |
| PE-X 20 | 20 x 2,8: | 0,16 l/lfdm |
| PE-X 25 | 25 x 3,5: | 0,25 l/lfdm |
| PE-X 32 | 32 x 4,4: | 0,42 l/lfdm |
| Flächenheizrohr | | |
| Fhr 12 | 12 x 2,0: | 0,05 l/lfdm |
| Fhr 14 | 14 x 2,0: | 0,08 l/lfdm |
| Fhr 16 | 16 x 2,0: | 0,11 l/lfdm |
| Fhr 17 | 17 x 2,0: | 0,13 l/lfdm |
| Fhr 20 | 20 x 2,0: | 0,20 l/lfdm |
| Fhr 25 | 25 x 2,3: | 0,33 l/lfdm |
| Stabil-Rohr | | |
| Stabil 14 | 14 x 2,3: | 0,07 l/lfdm |
| Stabil 16 | 17 x 2,8: | 0,11 l/lfdm |
| Stabil 20 | 21 x 3,4: | 0,16 l/lfdm |
| Stabil 25 | 26 x 4,0: | 0,25 l/lfdm |
| Stabil 32 | 33 x 4,9: | 0,42 l/lfdm |
| Stabil 40 | 42 x 4,6: | 0,86 l/lfdm |
| Stabil 50 | 52 x 5,65: | 1,31 l/lfdm |
| Stabil 63 | 63 x 6,0: | 2,04 l/lfdm |

# Eigenschaften



## Materialeigenschaften PE-X

| | PE-X (HD) | Norm |
|---|---|---|
| Vernetzungsgrad (%) | ≥ 65 | DIN 16892 |
| Dichte (g/cm³) | ca. 0,94 | DIN EN ISO 1183 |
| Zugfestigkeit (N/mm²) | ca. 23 | DIN EN ISO 527 |
| Bruchdehnung (%) | ca. 400 | DIN EN ISO 527 |
| Zug-E-Modul (N/mm²) | ca. 600 | DIN EN ISO 527 |
| Schlagzähigkeit bei – 20 °C | kein Bruch | DIN EN ISO 179/180 |
| Kerbschlagzähigkeit bei – 20 °C | kein Bruch | DIN EN ISO 179/180 |
| Spannungsrissbeständigkeit 8 bar, 80 °C | kein Riss | ISO 16770 |
| Wärmeleitfähigkeit (W/mK) | 0,35 | DIN 52612 |
| Längenausdehnungskoeffizient (je Kelvin) | 0,00015 | DIN 53752 |
| Rohrinnenrauhigkeit (mm) | 0,007 | DIN 1988 |
| Baustoffklasse | B2 | DIN 4102 |

## Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen für PE-X-Rohrleitungssysteme werden in der DIN EN ISO 15875, für Mehrschichtverbund-Rohrsysteme in der DIN EN ISO 21003 und für das PE-RT-Flächenheizungssystem in der DIN EN ISO 22391 beschrieben und festgelegt. Die Einteilung der Rohrsysteme erfolgt in Anwendungsklassen.

In diesen sind die maximalen Betriebstemperaturen über einen definierten Zeitraum (bezogen auf einen Lebenszyklus von 50 Jahren) angegeben. Die jeweils zulässigen Betriebsdrücke richten sich nach dem Rohrmaterial, der Rohrdimension und der Anwendungsklasse und sind in den folgenden Tabellen angegeben.

| **Anwendungsklasse 1 = Sanitär-Warmwasserversorgung 60 °C (für Deutschland)**<br>**Sanitär- und Stabil-Rohre** | |
|---|---|
| Betriebstemperatur: | 60 °C für 49 Jahre |
| Max. Betriebstemperatur: | 80 °C für 1 Jahr |
| Störfalltemperatur: | 95 °C bis 100 Stunden |

| **Anwendungsklasse 2 = Sanitär-Warmwasserversorgung 70 °C (nicht für Deutschland)**<br>**Sanitär- und Stabil-Rohre** | |
|---|---|
| Betriebstemperatur: | 70 °C für 49 Jahre |
| Max. Betriebstemperatur: | 80 °C für 1 Jahr |
| Störfalltemperatur: | 95 °C bis 100 Stunden |

| **Anwendungsklasse 4 = Flächenheizung, Niedertemperatur-Radiatorenheizung**<br>**Flächenheiz-, Heiz- und Stabil-Rohre** | |
|---|---|
| Betriebstemperaturen: | 20 °C für 2,5 Jahre |
| + | 40 °C für 20 Jahre |
| + | 60 °C für 25 Jahre |
| Max. Betriebstemperatur: | 70 °C für 2,5 Jahre |
| Störfalltemperatur: | 100 °C bis 100 Stunden |

# Eigenschaften

| **Anwendungsklasse 5 = Hochtemperatur-Radiatorenheizung Heiz- und Stabil-Rohre** | |
|---|---|
| Betriebstemperaturen: | 20 °C für 14 Jahre |
| + | 60 °C für 25 Jahre |
| + | 80 °C für 10 Jahre |
| Max. Betriebstemperatur: | 90 °C für 1 Jahr |
| Störfalltemperatur: | 100 °C bis 100 Stunden |



## Zulässige Betriebsdrücke für Stabil-Rohre nach DIN EN ISO 21003-2

| Rohrdimension | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 1 | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 4 | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 5 |
|---|---|---|---|
| Stabil 14 bis Stabil 63 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |

## Zulässige Betriebsdrücke für PEX-Rohre nach DIN EN ISO 15875-2

| Rohrdimension | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 1 | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 4 | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 5 |
|---|---|---|---|
| 12 x 2,0 | | 10,0 | 10,0 |
| 14 x 2,0 | | 10,0 | 10,0 |
| 16 x 2,2 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| 17 x 2,0 | | 10,0 | |
| 20 x 2,0 | | 8,0 | |
| 20 x 2,8 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| 25 x 2,3 | | 8,0 | |
| 25 x 3,5 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| 32 x 4,4 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |

## Zulässige Betriebsdrücke für PE-RT Typ II Rohre nach DIN EN ISO 22391

| Rohrdimension | Betriebsdruck in bar für Anwendungsklasse 4 |
|---|---|
| 17 x 2,0 | 8,0 |

# Eigenschaften



## Rohrabmessungen im Vergleich (in Anlehnung DIN 1988-300)

| DN | Gewinderohr | Edelstahlrohr | Kupferrohr | PE-X-Rohr | Stabil-Rohr |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 3/8″ | 12 x 1 mm | 12 x 1 mm | 14 x 2,0 mm | 14 (14 x 2,3 mm) |
| 12 | | 15 x 1 mm | 15 x 1 mm | 16 x 2,2 mm | 16 (17 x 2,8 mm) |
| 15 | 1/2″ | 18 x 1 mm | 18 x 1 mm | 20 x 2,8 mm | 20 (21 x 3,4 mm) |
| 20 | 3/4″ | 22 x 1,2 mm | 22 x 1 mm | 25 x 3,5 mm | 25 (26 x 4,0 mm) |
| 25 | 1″ | 28 x 1,2 mm | 28 x 1,5 mm | 32 x 4,4 mm | 32 (33 x 4,9 mm) |
| 32 | 1 1/4″ | 35 x 1,5 mm | 35 x 1,5 mm | | 40 (42 x 4,6 mm) |
| 40 | 1 1/2″ | 42 x 1,5 mm | 42 x 1,5 mm | | 50 (52 x 5,6 mm) |
| 50 | 2″ | 54 x 1,5 mm | 54 x 2 mm | | 63 (63 x 6,0 mm) |

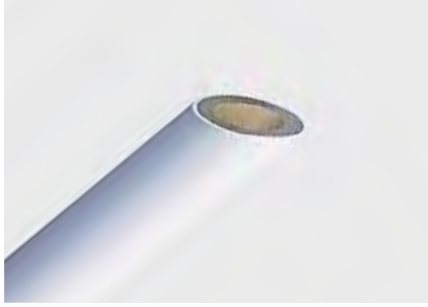
| | |
|---|---|
| DIN 2440 | für mittelschwere Gewinderohre |
| DIN (1786) EN 1057 | für Kupferrohre |
| EN ISO 1127 | für Präzisionsstahlrohre aus Edelstahl |
| DIN EN ISO 15875 | für vernetzte Polyethylenrohre hoher Dichte (PE-X und Stabil 16 – 32) |
| DVGW-Arbeitsblatt 542 | für Verbundrohre (alle Stabil-Rohre) |
| DIN EN ISO 21003 | für Mehrschichtverbund-Rohre (alle Stabil-Rohre) |

**HINWEIS**

Bei Stabil-Rohren kann es vereinzelt zu Fällen einer Blasenbildung an der Rohroberfläche kommen. Diese kleinen Blasen qualitativ unbedenklich und stellen keine Einschränkung der Gebrauchs-tauglichkeit dar.

# Eigenschaften

## Stabil-Rohr



**Farbe:** Weiß

**Beschreibung:**
Stabil-Rohr = PE-X-Rohr, natur, DIN 16892/93, Rohrserie S 3,2. DVGW plus Haftvermittler plus Aluminiumfolie, stumpf geschweißt, 0,2 – 0,8 mm dick plus Haftvermittler plus Deckschicht aus PE-MD, Farbe: Weiß, sauerstoffdicht.

**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, DVGW-Registriernummer, Werkstoff, Abmessung, DIN, Druckangabe, Prüflabor, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0343 m) IVT Stabil-Rohr 20 ***PRINETO*** DVGW DW-8245CQ0260 ÖVGW W 1.726 PE-Xb/AL/PE-RT Typ II 21 x 3,4 ÖNORM EN ISO 21003-2 geprüft TW Klasse 1+2+4+5 / 10 bar ofi (10 bar / 70 °C / 50 Jahre) 26160733021

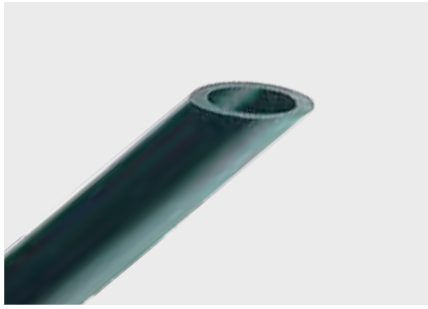
**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient: 0,30 x 10-4 K-1
Die Aluminiumfolien-/Kunststoffummantelung verleiht dem PE-X-Rohr Stabilität, dient als Diffusionssperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser und vermindert die Längendehnung auf ca. 1/5 des Basisrohres.

**Einsatz:**
- In der Trinkwasserinstallation nach DIN 1988
- In der Heizungsinstallation nach DIN EN 12831
- In der Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN EN 1264 und DIN 18560

# Eigenschaften



## PE-X Sanitärrohr



**Farbe:** Schwarz

**Beschreibung:**
PE-X-Sanitärrohr, Schwarz ("Flex-Rohr"), DIN 16892/93, Rohrserie S 3,2. DVGW DW 8306BN0286

**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, DVGW-Registriernummer, Werkstoff, Abmessung, DIN, Prüflabor, Druckangabe, sonstige Zulassungen, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(8453m) IVT PE-X-Rohr 20 DVGW DW 8306BN0286 ÖVGW W.1.369 PE-Xb 20 x 2,8 DIN 16892/93 S 3,2 + EN 15875 –A– S 3,2 Klasse 1+2/10 bar OFI (20 bar/20 °C – 10 bar/70 °C) KIWA VC 26160733021

**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient nach DIN 53752: 1,60 x 10-4 K-1
Sanitärrohre sind flexibel und zur UV-Stabilisierung schwarz eingefärbt.

**Einsatz:**
In der Trinkwasserinstallation nach DIN 1988

## PE-X Heizrohr

**Farbe:** Rot

**Beschreibung:**
PE-X-Heizrohr, Rot, DIN 16892/93, Rohrserie S 3,2, sauerstoffdicht nach DIN 4726 plus Haftvermittler plus 0,1 mm dicke EVOH-Ummantelung (Ethylvinylalkohol)

**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, Werkstoff, Abmessung, DIN, Anwendungsklasse, Prüfinstitut, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0121m) IVT Heizrohr 20 PE-Xb 20 x 2,8 DIN 16892 + EVOH sauerstoffdicht nach DIN 4726 + EN 15875 –A– S 3,2 Klasse 4+5/10 bar OFI (27230436201

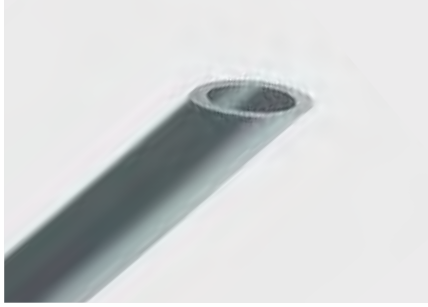
**Eigenschaften**:
Längenausdehnungskoeffizient nach DIN 53752: 1,60 x 10-4 K-1
PE-X-Heizrohre sind flexibel. Die EVOH-Ummantelung dient als Diffusionssperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser.

**Einsatz:**
- In der Heizungsinstallation nach DIN EN 12831
- In der Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN EN 1264 und DIN 18560

# Eigenschaften



## Flächenheizrohr



**Farbe:** Grau

**Beschreibung:**
PE-X-Flächenheizrohr, Grau, DIN 16892, sauerstoffdicht nach DIN 4726 plus Haftvermittler plus 0,1 mm dicke EVOH Ummantelung (Ethylvinylalkohol)

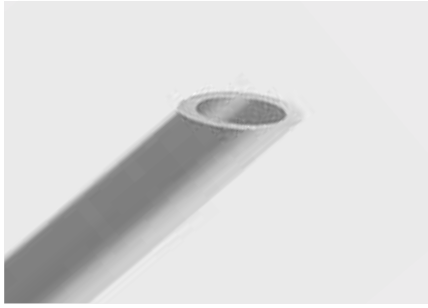
**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, Werkstoff, Abmessung, DIN, Prüfinstitut, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0121m) IVT Flächenheizrohr 17 PE-Xb 17 x 2 DIN 16892 + EVOH sauerstoffdicht nach DIN 4726 + EN 15875 –C– Klasse 4/10 bar OFI 110207080301

**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient nach DIN 53752: 1,60 x 10-4 K-1
PE-X-Flächenheizrohre sind flexibel. Die EVOH-Ummantelung dient als Diffusionssperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser.

**Einsatz:**
In Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN 4726 u. DIN 18560 und EN 1264

## Flächenheizrohr PE-RT



**Farbe:** Silbergrau

**Beschreibung:**
PE-RT Typ II Flächenheizrohr, Silbergrau, DIN EN ISO 22391-2, sauerstoffdicht nach DIN 4726 plus Haftvermittler plus 0,1 mm dicke EVOH-Ummantelung (Ethylvinylalkohol).

**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, Werkstoff, Abmessung, DIN, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0121m) IVT Flächenheizrohr 17 PRINETO PE-RT Typ II 17 x 2,0 ISO 22391 + EVOH sauerstoffdicht nach DIN 4726–C–Klasse 4/8bar (110207080301)

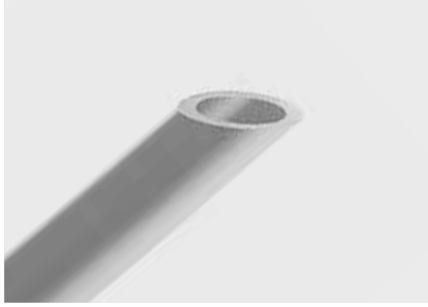
**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient nach DIN 53752: 1,60 x 10-4 K-1
Flächenheizrohre PE-RT sind flexibel. Die EVOH-Ummantelung dient als Sperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser.

**Einsatz:**
In Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN 4726 u. DIN 18560 und EN 1264

# Eigenschaften



## Flächenheizrohr PE-HDS (HD-Xb S) selbstvernetzend



**Farbe:** Hellgrau

**Beschreibung:**
PE-HD S (HD-Xb S) selbstvernetzendes Flächenheizrohr, hochflexibel, Hellgrau, in Anlehnung an DIN 16892, sauerstoffdicht in Anlehnung an DIN 4724 plus Haftvermittler plus 0,1 mm dicke EVOH Ummantelung (Ethylvinylalkohol)

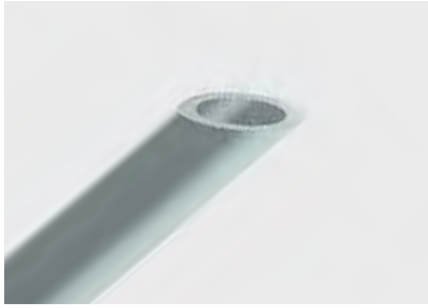
**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Bezeichnung, Herstellerangabe, Werkstoff, Abmessung, DIN, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0121m) IVT Flächenheizrohr hochflexibel 17 PRINETO PE-HDS (HD-Xb S – selbstvernetzend) 17 x 2,0 in Anlehnung an DIN 16892 + EVOH sauerstoffdicht in Anlehnung an DIN 4726 + in Anlehnung an EN 15875–C–Klasse 4/10 bar 11020708030

**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient nach DIN 53752: 1,60 x 10-4 K-1
PE-MDS-(MD-Xb S)-Flächenheizrohre sind hochflexibel und vernetzen sich während des Betriebs selbst. Die EVOH-Ummantelung dient als Diffusionssperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser.

**Einsatz:**
In Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN 18560 und in Anlehnung an DIN 4724 und EN 1264

## Flächenheizrohr Stabil



**Farbe:** Blaugrau

**Beschreibung:**
Flächenheizrohr Stabil, Mehrschichtverbundrohr PE-S/AL/PE-RT, durch Aluminiummantelung sauerstoffdicht

**Kennzeichnung:**
Lfd. Meterangabe, Herstellerangabe, Bezeichnung, Abmessung, Werkstoff, Prod.-Nr.

**Beispiel:**
(0121m) IVT Flächenheizrohr Stabil 16x2,0 ***PRINETO*** Verbundrohr PE-S/AL/PE-RT (PE-S - selbsvernetzend) 110207080301

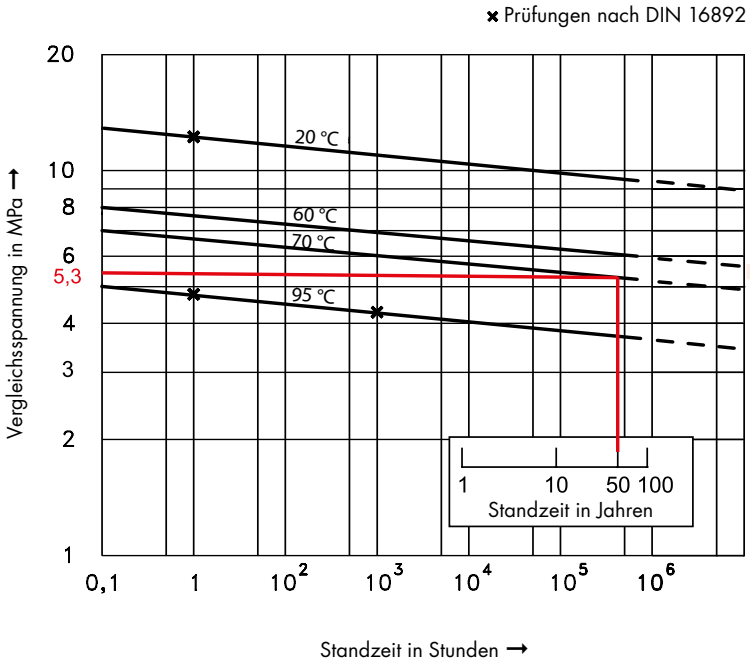
**Eigenschaften:**
Längenausdehnungskoeffizient: 0,30 x 10-4 K-1
Die Aluminiumfolien-/Kunststoffummantelung verleiht dem PE-S Rohr Stabilität, dient als Diffusionssperre gegen Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff in das Heizungswasser, vermindert die Längenausdehnung auf ca. 1/5 des Basisrohres.

**Einsatz:**
In Flächenheizung (Fußbodenheizung) nach DIN 4724, DIN 18560 und EN 1264

# Eigenschaften

## Zeitstandverhalten

Die Zeitstand-Innendruckfestigkeit von PE-X nach DIN 16892 gibt Auskunft über die Druckbelastbarkeit der PE-X-Rohre in Abhängigkeit von Medientemperatur und Betriebsdauer.




Zulässige Betriebsüberdrücke für das Durchflussmedium Wasser nach DIN 16893, Sicherheitsfaktor 1,5, Rohrserie S 3,2

| Temperatur | Betriebs-jahre | Zulässiger Betriebsdruck |
|---|---|---|
| 20 °C | 10 | 20,4 |
| | 25 | 20,1 |
| | 50 | 20,0 |
| | 100 | 19,8 |
| 30 °C | 10 | 18,1 |
| | 25 | 17,9 |
| | 50 | 17,7 |
| | 100 | 17,6 |
| 40 °C | 10 | 16,1 |
| | 25 | 15,9 |
| | 50 | 15,7 |
| | 100 | 15,6 |
| 50 °C | 10 | 14,3 |
| | 25 | 14,1 |
| | 50 | 14,0 |
| | 100 | 13,9 |
| 60 °C | 10 | 12,8 |
| | 25 | 12,6 |
| | 50 | 12,5 |
| 70 °C | 10 | 11,4 |
| | 25 | 11,3 |
| | 50 | 11,2 |
| 80 °C | 5 | 10,3 |
| | 10 | 10,2 |
| | 25 | 10,1 |
| 90 °C | 1 | 9,5 |
| | 5 | 9,3 |
| | 10 | 9,2 |

Je nach Rohrabmessung kann der zulässige Betriebsdruck mit Hilfe der folgenden Formel errechnet werden:

$$\textbf{Innendruck (bar)} = \frac{\textbf{Vergleichspannung (MP) x 10 x 2 x Wandstärke (mm)}}{\textbf{Rohrdurchmesser (mm) – Wandstärke (mm)}}$$

**Beispiel:**
Rohr 16 x 2,2 , Mindestbetriebsdauer 50 Jahre,
Betriebstemperatur 70 °C
→ nach Kurve 5,3 MPa

$$\textbf{p in bar} = \frac{\textbf{5,3 x 2 x 2,2 x 10}}{\textbf{(16 – 2,2)}} = \textbf{16,9 bar}$$

→ nach DIN 16893 Tabelle 5 mit Sicherheitsfaktor 1,5 sind 11,2 bar Betriebsdruck zulässig (16,9:1,5)

# Verarbeitungshinweise

## Längenänderung und Biegeschenkel

Temperaturänderungen führen zu Längenänderungen des Rohrleitungssystems. Dabei haben Kunststoffe einen höheren Ausdehnungskoeffizienten als Metalle. Je nach Umgebungstemperatur während der Installation sind die Temperaturunterschiede zwischen Montage und maximaler bzw. minimaler Betriebstemperatur des Leitungssystems zu beachten:

- Wird bei 5 °C montiert, so ist die Ausdehnung eines Warmwasserrohres bis 60 °C größer als bei einer Montage bei 25 °C.
- Bei 30 °C installierte Kaltwasserrohre werden kürzer, wenn sie im Winterbetrieb Kaltwasser von 10 °C führen.

Die temperaturbedingte Längenausdehnung errechnet sich nach folgender Beziehung:

$$\Delta L = \alpha_i \cdot L_S \cdot \Delta\theta$$

Längenausdehnung: $\Delta L$ (mm)
Temperaturdifferenz: $\Delta\theta$ (K)
Schiebende Leitungslänge: $L_S$ (m)
Längenausdehnungskoeffizient:

$\alpha_i$ (mm/m · K)
$\alpha_{PE\text{-}X} = 0{,}20$ mm/m · K
$\alpha_{STABIL} = 0{,}025$ mm/m · K

Die im Betrieb hervorgerufenen Längenänderungen und die daraus resultierenden Kräfte führen zu mechanischen Belastungen der Verbindungen. Diese müssen durch den Einbau von Festpunkten und Biegeschenkeln (Ausfedermöglichkeit des Rohres) in den angegebenen Längen beseitigt werden. Nichtbeachtung kann zu Schäden an Rohren, Verbindungen und Fittings führen.

Die erforderliche Länge des Biegeschenkels errechnet sich wie folgt:

$$L_B = C \cdot \sqrt{(\Delta L \cdot d_{Rohr})}$$

Biegeschenkellänge: $L_B$ (mm)
Längenausdehnung: $\Delta L$ (mm)
Rohraußendurchmesser: $d_{Rohr}$
Werkstoffkonstante: $C$
$C_{PE\text{-}X} \approx 27{,}5$
$C_{Stabil} \approx 36{,}5$

Aus den folgenden Tabellen können die temperaturbedingten Längenänderungen und die erforderlichen Mindest-Biegeschenkellängen für flexible PE-X-Rohre (Heiz- und Sanitärrohr) und Stabil-Rohre ermittelt werden.

Dabei wird die zu erwartende Temperaturdifferenz (in Kelvin) und die sich bewegende Rohrlänge zugrunde gelegt. In Abhängigkeit vom Rohrmaterial (flexibel oder stabil) kann die jeweilige Längenänderung in Millimeter aus den beiden größeren Tabellen abgelesen werden.

Mit dem ermittelten Wert (aufgerundet) kann in Abhängigkeit vom Rohrmaterial (flexibel oder stabil) und der jeweiligen Rohrdimension die Mindestlänge des erforderlichen Biegeschenkels abgelesen werden.

# Verarbeitungshinweise



**Beispiel:**
Eine Warmwasser-Steigleitung, max. Betriebstemperatur 60 °C, wird bei + 10 °C montiert. Das ***PRINETO*** Rohr ist vom unteren Festpunkt im Keller bis ins Dachgeschoss 6 m lang und könnte aus flexiblem PE-X-Rohr oder auch aus Stabilrohr bestehen. Die Rohrdimension spielt an dieser Stelle noch keine Rolle.

Die Temperaturdifferenz beträgt:

| | |
|---|---|
| $\Delta\theta$ (60 °C – 10 °C) | = 50 K |

Je nach Rohrmaterial ergibt sich für die Steigleitung diese Längenänderung:

| | |
|---|---|
| $\Delta L_{PE\text{-}X}$ (50 K, 6 m) | = 60,0 mm |

oder

| | |
|---|---|
| $\Delta L_{STABIL}$ (50 K, 6 m) | = 7,5 mm<br>(wird aufgerundet auf 10 mm) |

Für die Berechnung der Biegeschenkellänge muss nun die Dimension und das Rohrmaterial des Biegeschenkel-Rohres berücksichtigt werden.
Wird die Steigleitung mit Stabilrohr montiert, ergeben sich folgende Biegeschenkel für ein abzweigendes PE-X- bzw. Stabil-Rohr der Dimension 25:

| | |
|---|---|
| $L_{B,\ PE\text{-}X\ 25}$ | = 435 mm |

bzw.

| | |
|---|---|
| $L_{B,\ Stabil\ 25}$ | = 589 mm |

Wird die Steigleitung mit PE-X-Rohr montiert, ergeben sich folgende Biegeschenkel für ein abzweigendes PE-X- bzw. Stabil-Rohr der Dimension 25:

| | |
|---|---|
| $L_{B,\ PE\text{-}X\ 25}$ | = 1065 mm |

bzw.

| | |
|---|---|
| $L_{B,\ Stabil\ 25}$ | = 1442 mm |

# Verarbeitungshinweise



## Temperaturbedingte Längenänderung und Biegeschenkellängen

Längenänderung in mm für flexible PE-X-Rohre
mittlerer Längenausdehnungskoeffizient 0,200 (mm je m Rohr und K)

**Beispiel:**
Ändert sich die Rohrwandtemperatur um **50 K**, verkürzt oder verlängert sich ein **6 m** langes PE-X-Rohr um **60 mm**.

| Rohrlänge in m | 10 K | 20 K | 30 K | 40 K | 50 K | 60 K | 70 K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| 2 | 4,0 | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 20,0 | 24,0 | 28,0 |
| 3 | 6,0 | 12,0 | 18,0 | 24,0 | 30,0 | 36,0 | 42,0 |
| 4 | 8,0 | 16,0 | 24,0 | 32,0 | 40,0 | 48,0 | 56,0 |
| 5 | 10,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 60,0 | 70,0 |
| 6 | 12,0 | 24,0 | 36,0 | 48,0 | 60,0 | 72,0 | 84,0 |
| 7 | 14,0 | 28,0 | 42,0 | 56,0 | 70,0 | 84,0 | 98,0 |
| 8 | 16,0 | 32,0 | 48,0 | 64,0 | 80,0 | 96,0 | 112,0 |
| 9 | 18,0 | 36,0 | 54,0 | 72,0 | 90,0 | 108,0 | 126,0 |
| 10 | 20,0 | 40,0 | 60,0 | 80,0 | 100,0 | 120,0 | 140,0 |

Längenänderung in mm für Stabil-Rohre
mittlerer Längenausdehnungskoeffizient 0,025 (mm je m Rohr und K)

**Beispiel:**
Ändert sich die Rohrwandtemperatur um **50 K**, verkürzt oder verlängert sich ein **6 m** langes Stabil-Rohr um **7,5 mm**.

| Rohrl. in m | 10 K | 20 K | 30 K | 40 K | 50 K | 60 K | 70 K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 |
| 2 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 3 | 0,8 | 1,5 | 2,3 | 3,0 | 3,8 | 4,5 | 5,3 |
| 4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 |
| 5 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,0 | 6,3 | 7,5 | 8,8 |
| 6 | 1,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 7,5 | 9,0 | 10,5 |
| 7 | 1,8 | 3,5 | 5,3 | 7,0 | 8,8 | 10,5 | 12,3 |
| 8 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| 9 | 2,3 | 4,5 | 6,8 | 9,0 | 11,3 | 13,5 | 15,8 |
| 10 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 |

Biegeschenkellängen in mm für PEX-Rohre

| Rohr-dimension | 5 mm | 10 mm | 15 mm | 20 mm | 25 mm | 30 mm | 35 mm | 40 mm | 45 mm | 50 mm | 55 mm | 60 mm | 65 mm | 70 mm | 75 mm | 80 mm | 85 mm | 90 mm | 95 mm | 100 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 230 | 325 | 399 | 460 | 514 | 564 | 609 | 651 | 690 | 728 | 763 | 797 | 830 | 861 | 891 | 920 | 949 | 976 | 1003 | 1029 |
| 16 | 246 | 348 | 426 | 492 | 550 | 602 | 651 | 696 | 738 | 778 | 816 | 852 | 887 | 920 | 953 | 984 | 1014 | 1044 | 1072 | 1100 |
| 20 | 275 | 389 | 476 | 550 | 615 | 674 | 728 | 778 | 825 | 870 | 912 | 953 | 992 | 1029 | 1065 | 1100 | 1134 | 1167 | 1199 | 1230 |
| 25 | 307 | 435 | 533 | 615 | 688 | 753 | 813 | 870 | 922 | 972 | 1020 | 1065 | 1109 | 1150 | 1191 | 1230 | 1268 | 1304 | 1340 | 1375 |
| 32 | 348 | 492 | 602 | 696 | 778 | 852 | 920 | 984 | 1044 | 1100 | 1154 | 1205 | 1254 | 1302 | 1347 | 1391 | 1434 | 1476 | 1516 | 1556 |

Biegeschenkellängen in mm für Stabil-Rohre.

| Rohr-dimension | 5 mm | 10 mm | 15 mm | 20 mm | 25 mm | 30 mm | 35 mm | 40 mm | 45 mm | 50 mm | 55 mm | 60 mm | 65 mm | 70 mm | 75 mm | 80 mm | 85 mm | 90 mm | 95 mm | 100 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 305 | 432 | 529 | 611 | 683 | 748 | 808 | 864 | 916 | 966 | 1013 | 1058 | 1101 | 1143 | 1183 | 1222 | 1259 | 1296 | 1331 | 1366 |
| 16 | 337 | 476 | 583 | 673 | 752 | 824 | 890 | 952 | 1010 | 1064 | 1116 | 1166 | 1213 | 1259 | 1303 | 1346 | 1387 | 1428 | 1467 | 1505 |
| 20 | 374 | 529 | 648 | 748 | 836 | 916 | 990 | 1058 | 1122 | 1183 | 1240 | 1296 | 1349 | 1399 | 1449 | 1496 | 1542 | 1587 | 1630 | 1673 |
| 25 | 416 | 589 | 721 | 832 | 931 | 1019 | 1101 | 1177 | 1248 | 1316 | 1380 | 1442 | 1501 | 1557 | 1612 | 1665 | 1716 | 1766 | 1814 | 1861 |
| 32 | 469 | 663 | 812 | 938 | 1048 | 1148 | 1240 | 1326 | 1407 | 1483 | 1555 | 1624 | 1690 | 1754 | 1816 | 1875 | 1933 | 1989 | 2044 | 2097 |
| 40 | 529 | 748 | 916 | 1058 | 1183 | 1296 | 1399 | 1496 | 1587 | 1673 | 1754 | 1832 | 1907 | 1979 | 2049 | 2116 | 2181 | 2244 | 2306 | 2365 |
| 50 | 589 | 832 | 1019 | 1177 | 1316 | 1442 | 1557 | 1665 | 1766 | 1861 | 1952 | 2039 | 2122 | 2202 | 2279 | 2354 | 2427 | 2497 | 2565 | 2632 |
| 63 | 648 | 916 | 1122 | 1296 | 1449 | 1587 | 1714 | 1832 | 1943 | 2049 | 2149 | 2244 | 2336 | 2424 | 2509 | 2591 | 2671 | 2748 | 2824 | 2897 |

Je nach Rohrdimension und Rohrmaterial resultiert aus dem Maß der Längenänderung die Länge der Biegeschenkel. Bei obigem Beispiel einer Längenausdehnung eines 25er PE-X Rohres von 60 mm ist ein Biegeschenkel von 1065 mm erforderlich.

Bei einem Stabil-Rohr beträgt der erforderliche Biegeschenkel in obigem Beispiel 1442 mm.

# Verarbeitungshinweise

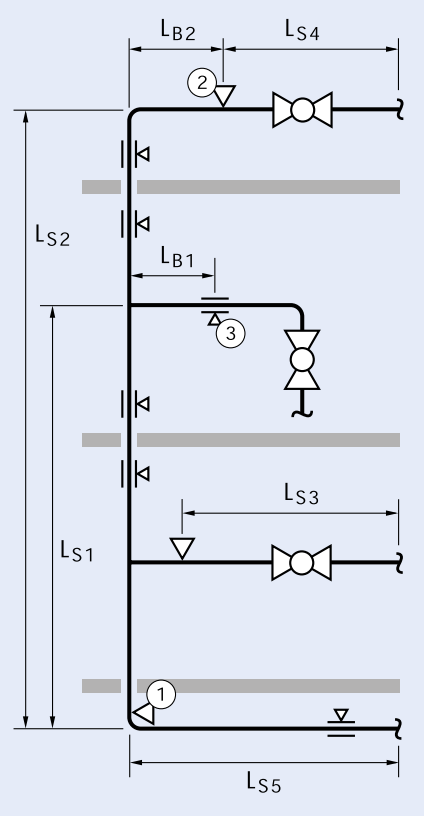


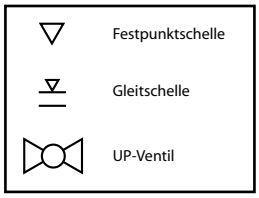
Die Biegeschenkel werden im rechten Winkel zur schiebenden Rohrlänge angeordnet und nehmen die Dehnungskräfte des Rohres auf.

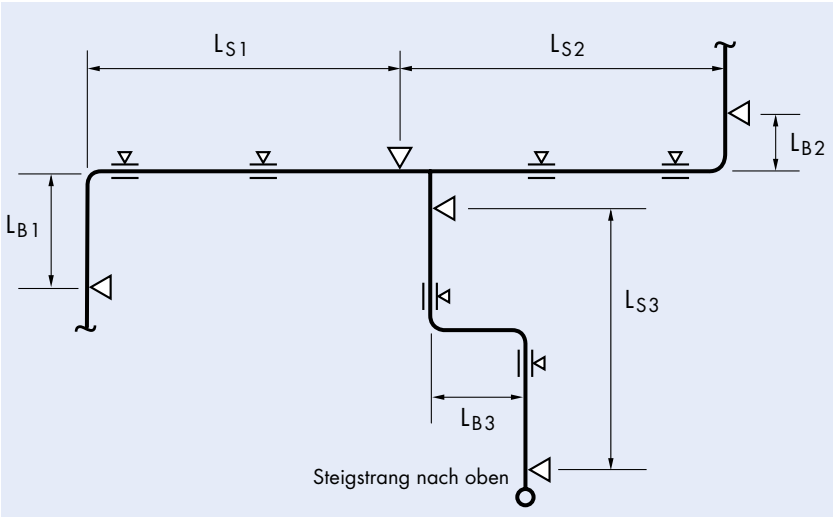
In der folgenden Grafik ist das Strangschema (Vertikalschnitt) der Warmwasserinstallation eines Hauses mit 3 Wohneinheiten dargestellt. Um das Gewicht des Steigstranges abzufedern, wird am unteren Ende eine Festpunktschelle (1) im Steigschacht gesetzt. Der Schub der gesamten Steigstranglänge $L_{S2}$ wird durch den Biegeschenkel $L_{B2}$ im 2. Obergeschoss aufgefangen. Dazu ist es notwendig, die Festpunktschelle (2) im waagrechten Leitungsstück im 2. Obergeschoss um die Biegeschenkellänge $L_{B2}$ entfernt vom Steigstrang zu montieren.

Im 1. Obergeschoss muss die Schelle (3) um die Biegeschenkellänge $L_{B1}$ entfernt vom Steigstrang montiert werden, damit die Schublänge $L_{S1}$ aufgenommen und dadurch die mechanischen Belastungen auf das T-Stück eliminiert werden können. Zur Führung des Steigstranges dürfen nur Gleitschellen verwendet werden, um eine ungehinderte Bewegung nach oben zu gewährleisten.

Für die Schiebelängen $L_{S3}$, $L_{S4}$ und $L_{S5}$ müssten je nach weiterem Rohrverlauf u. U. wieder Biegeschenkel kalkuliert werden.

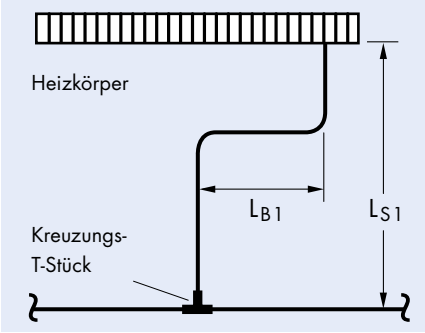


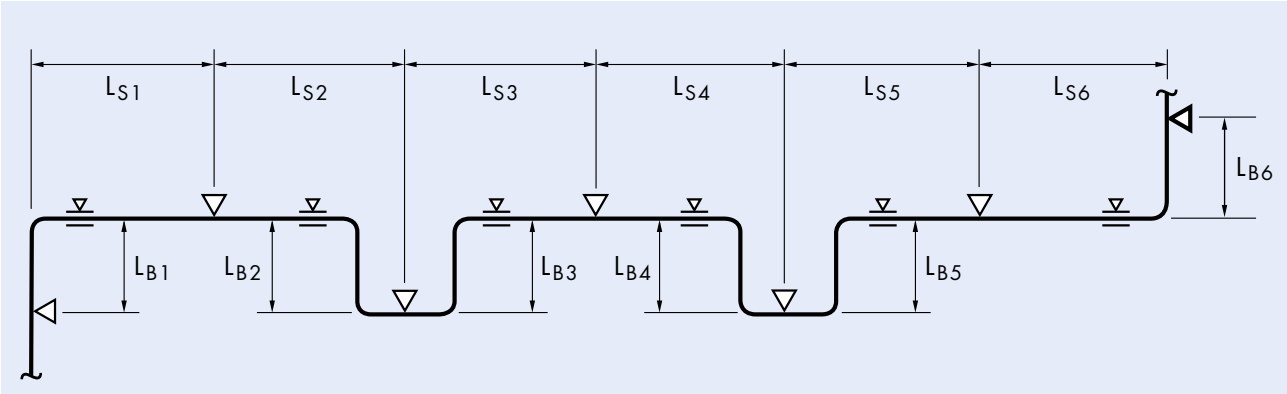

Wird aufgrund baulicher Gegebenheiten der Anfang (z. B. Kreuzungspunkt der Hauptleitung) und das Ende (Steigstrang wird nach oben geführt) eines Teilabschnittes als Festpunkt ausgeführt, so müssen die auftretenden Kräfte über einen S-förmigen Biegeschenkel aufgenommen werden. Dies ist in der linken Draufsicht (Horizontalschnitt) dargestellt.

# Verarbeitungshinweise




Eine vergleichbare Situation ergibt sich bei langen bodenverlegten Heizkörper-Anschlussleitungen. Die mechanischen Belastungen auf die Anschlussverschraubungen am Hahnblock sind durch eine S-förmige Verlegung der Rohre oder durch Sichern mit einer Festpunktklammer vor dem Heizkörper zu vermeiden.

Wir empfehlen dies, wenn die Anschlusslänge $L_{S1}$ größer als 4 m ist.



Festpunktklammer

Ist bei gerade verlegten Rohrleitungen die Aufnahme der gesamten Dehnungskräfte am Anfang und Ende nicht möglich, z. B. durch eine 90°-Richtungsänderung der Rohre, sind zusätzliche Dehnungsbögen anzuordnen. Die Position der Festpunktschellen sollte dabei so gewählt werden, dass man die Gesamtlänge des Rohres in möglichst gleich lange Stücke aufteilt, um, entsprechend der gleichen Länge, Biegeschenkel zu erzielen.

Das Beispiel könnte eine 60 Meter lange Verteilleitung im Keller darstellen, die so aufgeteilt wird, dass jede schiebende Teillänge 10 Meter lang ist. Dazu werden mittig im Dehnungsbogen und der geraden Rohrleitung Festpunktschellen montiert. Im Dehnungsbogen darf keine weitere Schelle montiert werden. Auch hier werden zur Führung des Rohres Gleitschellen verwendet.

# Verarbeitungshinweise



## Festpunkte und Gleitschellen

Zur Ausbildung von Festpunkten sind mit Gummi ausgekleidete Festpunktschellen zu verwenden.

Gleitschellen dürfen die Längenänderungen der Rohre nicht behindern. Um zu festes Anziehen zu vermeiden, werden bei diesen Schellen Distanzscheiben auf die Schrauben gesetzt. Die Auskleidungen solcher Schellen bestehen aus Kunststoff oder Spezialgummi und sind unprofiliert.

Maximale Befestigungsabstände in Meter für waagerecht verlegte ***PRINETO*** Rohre

| **Rohrdimension** | 14 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| **PE-X kaltgehend** | | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,90 | | | |
| **PE-X warmgehend (> 40 °C)** | | 0,60 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | | | |
| | | | | | | | | |
| **Stabil-Rohr kaltgehend** | 0,80 | 1,00 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 1,50 | 1,75 | 1,80 |
| **Stabil-Rohr warmgehend (> 40 °C)** | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,30 | 1,45 | 1,50 |

## Durchhang der flexiblen PE-X-Rohre

Waagrecht verlegte Leitungen neigen zum Durchhängen zwischen den Rohrschellen. Bei kaltgehenden Leitungen ø 25 und 32 wird ein Durchhang kaum zu beobachten sein. Besonders bei warmgehenden Leitungen kann sich beim Aufwärmen die Längenänderung in sichtbarem Durchhang zwischen den Schellen bemerkbar machen. Dieser Durchhang kann bewusst bei der Leitungsführung berücksichtigt werden. Stramm angezogene, gummiausgekleidete Schellen können für gleichen Durchhang zwischen den Befestigungen sorgen.

Bei einem PE-X-Rohr ist bei einem Schellenabstand von 1 m und einer Temperaturzunahme von 50 K eine Längenzunahme von 10 mm zu erwarten, die einen Durchhang von ca. 4 cm hervorruft.

Kann aus optischen Gründen ein Durchhang nicht hingenommen werden, ist auf Stabil-Rohre zurückzugreifen. Bei im Estrich oder unter Putz verlegten PE-X-Leitungen 16 und 20, die 100 % wärmedämmend umhüllt sind, sind im Allgemeinen keine Maßnahmen zum Ausgleich der Längenänderung erforderlich.
Stabil-Rohre sind zur Verlegung im sichtbaren Bereich (Kellerverteilung, Rohrtrassen etc.) aufgrund der besseren Formstabilität bzw. der geringeren Längenausdehnung bei Erwärmung besser geeignet als PE-X-Rohre.

## Verarbeitung bei Frost

***PRINETO*** Rohre sollen möglichst frostfrei verarbeitet werden (ggf. Montageraum beheizen). Beim Aufweiten und beim Biegen enger Radien wird das Rohrmaterial stark beansprucht. Die Dehnfähigkeit des Rohrwerkstoffes nimmt bei sinkender Temperatur ab. Es ist darum entsprechend langsam und gleichmäßig zu arbeiten. Bei Kälte sind die aufgeweiteten Rohrmuffen bzw. die Rohrbögen auf Beschädigung (bspw. Überdehnung oder Knick) zu kontrollieren.

Die folgenden Temperaturangaben beziehen sich auf das Rohrmaterial im Bereich der Bearbeitung. Die Umgebungstemperaturen können auch tiefer sein. Heizrohre und Flächenheizrohre nicht unter 0 °C aufweiten oder biegen. Bereits bei Temperaturen < 20 °C langsam und gleichmäßig arbeiten. Stabil-Rohre 40 bis 63 nicht unter 0 °C aufweiten oder biegen. Sanitärrohre sowie alle Stabil-Rohre 14 bis 32 nicht unter –5 °C aufweiten oder biegen.

# Verarbeitungshinweise



## Potenzialausgleich

***PRINETO*** Rohre bestehen aus einem elektrisch nicht leitenden Kunststoff. Darum können diese Rohre nicht für den elektrischen Potenzialausgleich genutzt werden. Bei Reparaturarbeiten an metallenen Rohrleitungen z. B. in Altbauten ist darum zu beachten, dass ein eventuell ursprünglich vorhandener Potenzialausgleich über die „alten" Metallwasserleitungen wieder herzustellen ist. Die neu eingefügten ***PRINETO*** Rohre sind in diesem Fall elektrisch leitend zu überbrücken.

## Biegen

**PE-X-/PE-RT-Rohre:**
Mindestbiegeradius (frei gebogen, bezogen auf Rohrmitte) = 8 x Rohraußendurchmesser
(8 x 16 mm = 128 mm/8 x 20 mm = 160 mm usw.)

Mindestbiegeradius im Rohrführungsbogen = 5 x Rohraußendurchmesser (5 x 16 mm = 80 mm usw.). Biegeradius sichern durch Führungsbogen bzw. Festlegen der Schenkel am Untergrund, zweckmäßig sind Dübelhaken aus Kunststoff. Rohr so führen, dass durch Längenänderung Biegezone nicht einknickt.

**Stabil-Rohr:**
Mindestbiegeradius für Stabil-Rohre (frei gebogen, bezogen auf Rohrmitte) = 5 x Rohraußendurchmesser
(5 x 17 mm = 85 mm/5 x 21 mm = 105 mm usw.)

Die Rohrdimensionen 40 bis 63 können nur mit passenden Matrizen (42, 52 und 63 mm) gebogen werden. Wir empfehlen, den Biegeradius zu vergrößern, da die Rohre bei 5 x d leicht oval werden. Stabil-Rohre neigen dazu, sich nach dem Biegen zurückzustellen. Stabil-Rohr deshalb um einen Winkel von ca. 15° überbiegen.

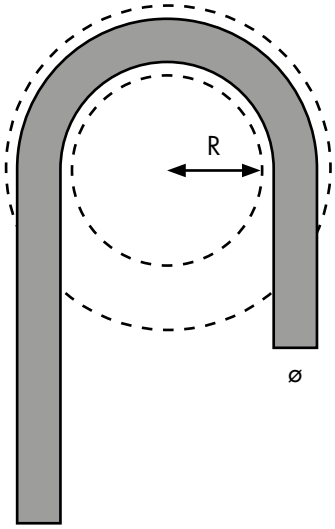



Abbildung: Biegeradius

Mindestbiegeradius für Stabil-Rohr 16 und 20 (bezogen auf Rohrmitte) = 4,5 x Rohraußendurchmesser, erzielbar mit Biegefeder oder Biegevorrichtungen mit Seitenführung. Vom Warmbiegen wird abgeraten. Um eine bleibende Biegung zu erhalten, müsste der Werkstoff auf den Kristallit-Schmelzpunkt, der bei ca. 135 °C liegt, erwärmt werden. Auch beim Anwärmen mit einem Heißluftgerät können Schädigungen des Gefüges nicht ausgeschlossen werden.

**HINWEIS**

Rohre nicht direkt an verpressten Verbindungen biegen!

# Verarbeitungshinweise

## Mindestabstand zwischen den Fittings

Aufgrund baulicher Gegebenheiten kann es erforderlich sein, Fittings so nah als möglich nebeneinander zu montieren (z. B. beim Rohrsprung aus einer Steigleitung). Je größer dabei die Rohrdimensionen sind, umso größer ist auch der Abstand zwischen den Achsen der Fittings.

Der Mindestabstand zwischen den Fittings ist abhängig von den z-Maßen der beiden zu verbindenden Fitting-Enden (z-Maße bei jedem Fitting in den Kapiteln 3 bis 5 und in der Preisliste) und der Mindestrohrlänge, die zum Herstellen der Verbindung benötigt wird. Diese Mindestrohrlänge $L_{Rohr,\ min,\ i}$ ist wiederum abhängig von der Länge der verwendeten Schiebehülse $L_{Hülse,\ i}$ zuzüglich des Platzbedarfes $X_i$ zum Ansetzen der Schiebebacke hinter der Schiebehülse:

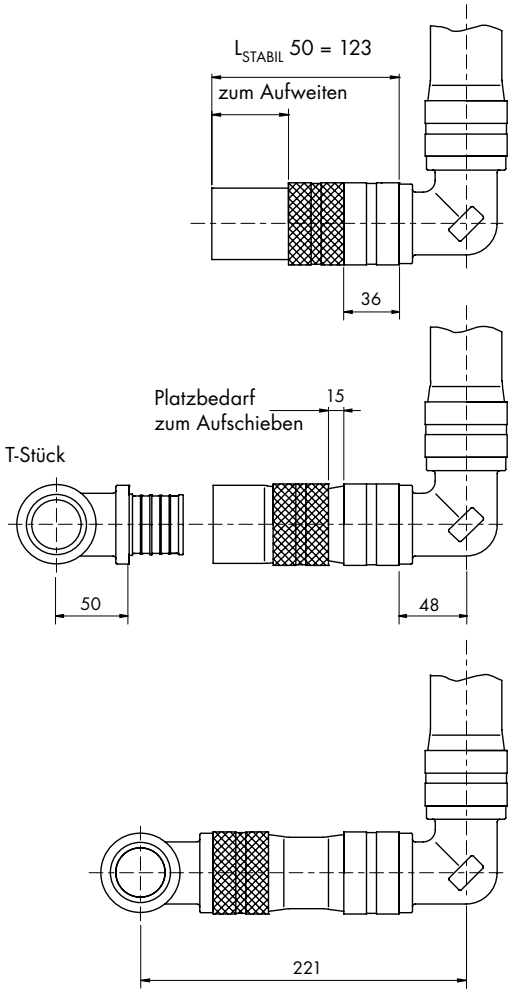
$$L_{Rohr,\ min,\ i} = 3 \cdot L_{Hülse,\ i} + X_i$$

Beispiel Stabil-Rohr 50:

$L_{Hülse\ 50}$ = 36 mm
$X_{Stabil\ 50}$ = 15 mm

$$L_{Stabil\ 50} = 3 \cdot 36 + 15 = 123 \text{ mm}$$

Die erforderlichen Mindestrohrlängen zum Herstellen einer ***PRINETO*** Verbindung können folgender Tabelle entnommen werden:




| Rohrdimension | 14 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mindestrohrlänge LRohr, min, i (mm) | 48 | 66 | 75 | 93 | 106 | 111 | 123 | 130 |

Zur Ermittlung der Mindestabstände zwischen den Fittings müssen die beiden z-Maße der Fittings zur Mindestrohrlänge addiert werden:

$$L_{ges} = L_{Rohr,\ min,\ i} + z_a + z_b$$

Beispiel Stabil Rohr 50 mit Winkel und T-Stück 50 (auf Abgang verpresst = $z_2$ – Maß!):

$L_{Stabil\ 50}$ = 123 mm
$z_{Winkel\ 50}$ = 48 mm
$z_{2,\ T\text{-}Stk\ 50}$ = 50 mm

$$L_{ges\ 50} = 123 + 48 + 50 = 221 \text{ mm}$$

Der Mindestfittingabstand (Rohrachsenabstand) im Beispiel wird 221 mm betragen.

Dieses Maß kann nur verkürzt werden, wenn ein T-Stück mit Innengewindeabgang mit einem Winkelübergang mit Außengewinde kombiniert wird. Dies kann bspw. beim Auskreuzen aus einer Kellerverteilleitung nötig sein, wenn die zulässige Durchgangshöhe nicht unterschritten werden soll.

# Brandschutzdämmung



Grundsätzlich ist Brandschutz immer dann erforderlich, wenn feuerwiderstandsfähige Wände und Decken von haustechnischen Installationsleitungen durchdrungen werden. In diesem Fall sind Maßnahmen zu treffen, um entsprechend bauaufsichtlichen Schutzzielen eine Übertragung von Feuer und Rauch im Brandfall zu verhindern. Diese Maßnahmen werden nach Gebäudeart, -nutzung und Baustoff klassifiziert.

Grundlage bildet die Musterbauordnung (MBO 2002-11), die in den Landesbauordnungen der Bundesländer präzisiert wird. Die Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR 2005-11) beschreibt die Anforderungen, die an Leitungsanlagen in Flucht- und Rettungswegen und bei der Durchführung durch Wände und Decken mit Brandschutzanforderung gestellt werden.

## Baustoffklassen

Man unterscheidet nach brennbaren und nicht brennbaren Baustoffen. Nichtbrennbare Baustoffe werden in A1 und A2 unterteilt:

- A1 wäre z. B. Beton oder eine Rohrschale aus Steinwolle
- A2 wären z. B. Rohrschalen aus Steinwolle mit Alukaschierung (geringer Anteil an brennbarem Kleber und Gewebe)

Brennbare Baustoffe werden in B1, B2 und B3 unterteilt:

- B1 sind schwerentflammbare Baustoffe, z. B. Gipskartonplatten (diese Produkte brennen nur mit Stützfeuer weiter und sind selbstverlöschend)
- B2 sind normalentflammbare Baustoffe, z. B. Polyethylen (diese Produkte brennen auch ohne Stützfeuer weiter und sind nicht selbstverlöschend)
- B3 sind leichtentflammbare Stoffe (diese dürfen nach den Landesbauordnungen nicht in Gebäuden eingesetzt werden)

## Feuerwiderstandsklassen

Die Klassifizierung von Widerstandszeiten (in Minuten) verschiedener Bauteile gegen Flammeneinwirkung und deren Benennung: 30 Minuten – feuerhemmend, 60 Minuten – hochfeuerhemmend, 90 Minuten – feuerbeständig, 120 Minuten – hochfeuerbeständig.
Je nach Bauteil werden verschiedene Kennbuchstaben verwendet.

| **Ausgewählte Bauteile** | **Klassifiziert nach DIN 4102** | **Feuerwiderstandsdauer in Minuten** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **≥ 30** | **≥ 60** | **≥ 90** | **≥ 120** | **≥ 180** |
| Wände, Decken, Stützen, Unterzüge, Treppen | Teil 2 | F 30 | F 60 | F 90 | F 120 | F 180 |
| Nichttragende Außenwände | Teil 3 | W 30 | W 60 | W 90 | W 120 | W180 |
| Feuerschutzabschlüsse (Türen, Tore, Klappen) | Teil 5 | T 30 | T 60 | T 90 | T 120 | T 180 |
| Rohre und Formstücke für Lüftungsanlagen | Teil 6 | L 30 | L 60 | L 90 | L 120 | |
| Kabelabschottungen | Teil 9 | S 30 | S 60 | S 90 | S 120 | S 180 |
| Installationsschächte und -kanäle | Teil 11 | I 30 | I 60 | I 90 | I 120 | |
| Rohrdurchführungen | Teil 11 | R 30 | R 60 | R 90 | R 120 | |
| Funktionserhalt elektrischer Leitungen | Teil 12 | E 30 | E 60 | E 90 | | |

# Brandschutzdämmung



Die ***PRINETO*** PE-X bzw. Stabil-Rohre sind in der Baustoffklasse B2 als brennbare Baustoffe klassifiziert. Sie sind normalentflammbar und brennen auch ohne Stützfeuer weiter. In jedem Falle ist zu prüfen, ob die Angaben der Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie mit den jeweiligen Landesbauordnungen übereinstimmen. Entsprechend MLAR 2005 werden folgende Anforderungen an brennbare Leitungsanlagen mit nichtbrennbaren Medien gestellt.

## Rohrleitungen aller Durchmesser

***PRINETO*** Rohrleitungen mit und ohne Isolierung dürfen in gemeinsamen oder eigenen Durchbrüchen oder Bohröffnungen durch die Wände und Decken brandschutztechnisch getrennter Abschnitte geführt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Es müssen geprüfte oder zugelassene Systeme mit allgemeinem bauamtlichen Prüfzeugnis (ABP) oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (ABZ) eingesetzt werden, die mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie die raumabschließenden Bauteile.
- Der Mindestabstand zwischen Abschottungen, Installationsschächten oder -kanälen sowie der erforderliche Abstand zu anderen Durchführungen (z. B. Lüftungsleitungen) oder anderen Öffnungsverschlüssen (z. B. Feuerschutztüren) ergibt sich aus den Bestimmungen der jeweiligen Prüfung oder Zulassung.
- Fehlen entsprechende Festlegungen, ist ein Abstand (gemessen zwischen den Dämmschichtoberflächen im Bereich der Durchführungen) von mindestens 50 mm erforderlich.
- Detaillierte Einbauvorschriften, wie zum Beispiel die Dämmstofflängen und -stärken oder die Verfüllung der Restöffnungen, sind ebenfalls den jeweiligen ABP oder ABZ zu entnehmen.

Für den Rohrleitungsbereich außerhalb der Durchführungen gibt es keine besonderen brandschutztechnischen Vorschriften. Für unsere Stabil-Rohre können die preisgünstigen ***PRINETO*** Rohrschale Rockwool 800 verwendet werden (Rockwool 800, ABZ Z-23.14-1114 in Verbindung mit ABZ Z-19.17-2009).

Rohrdurchführung Wand nach ABZ Z-19.17-2009

| Einzelrohr | Rohrpaar mit Nullabstand | Rohrtyp | Anordnung Dämmung | Rockwool RS 800 | | Brandschutz | | Füllmaterial |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Länge | Dicke | Klasse | Sicherung | |
| x | x | Stabil 14 | symmetrisch | ≥ 250 mm | ≥ 20 mm | R 90 | Bindedraht mind. alle 20 cm. Nichtbrennbare Halterung im Abstand ≥ 50 cm von der Wand entfernt. | Formbeständige, nichtbrennbare Baustoffe (nach DIN 4102-A), z. B. Beton, Zement- oder Gipsmörtel. Ausfüllung bis auf Bauteildicke. |
| x | x | Stabil 16 bis 32 | symmetrisch | ≥ 250 mm | ≥ 20 mm | R 90 | | |
| x | x | Stabil 40 bis 63 | symmetrisch | ≥ 500 mm | ≥ 20 mm | R 90 | | |
| x | x | Stabil 14 | asym. feuerabgewandt | ≥ 500 mm | ≥ 20 mm | R 90 | | |
| x | x | Stabil 16 bis 63 | asym. feuerabgewandt | ≥ 500 mm | ≥ 30 mm | R 60 | | |
| x | x | Stabil 14 | asym. zum Feuer | ≥ 500 mm | ≥ 20 mm | R 90 | | |
| x | | Stabil 16 bis 63 | asym. zum Feuer | ≥ 500 mm | ≥ 30 mm | R 60 | | |
| | x | Stabil 16 bis 63 | asym. zum Feuer | ≥ 500 mm | ≥ 30 mm | R 60 | | |

# Brandschutzdämmung

Rohrdurchführung Decke nach ABZ Z-19.17-2009

| Einzelrohr | Rohrpaar mit Null-abstand | Rohrtyp | Anordnung Dämmung | Rockwool RS 800 | | Brandschutz | | Füllmaterial |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Länge | Dicke | Klasse | Sicherung | |
| x | x | Stabil 14 bis 32 | symmetrisch | ≥ 1000 mm | ≥ 20 mm | R 120 | Bindedraht mind. alle 20 cm. | Siehe Wand. Bis zu einer 30 mm breiten Fuge darf mit Mineralwolle, Schmelzpunkt mind. 1000 °C nach DIN 4102-17 ausgestopft werden. |
| x | x | Stabil 40 bis 63 | symmetrisch | ≥ 1000 mm | ≥ 30 mm | R 120 | | |
| x | x | Stabil 14 | symmetrisch | ≥ 1000 mm | ≥ 20 mm | R 120 | | |
| x | x | Stabil 16 bis 63 | asymmetrisch nach unten, oben bodengleich | ≥ 1000 mm | ≥ 30 mm | R 120 | | |

Für alle ***PRINETO*** Rohre können unsere Brandschutz-Dämmschalen Conlit 150 U verwendet werden (Rockwool Conlit U, ABP P-3726/4140-MPA BS).

## Vereinfachungsregelungen für ***PRINETO*** Rohrleitungen ≤ 32 mm Außendurchmesser

### Ungedämmte Rohrleitungen

… dürfen in gemeinsamen Durchbrüchen oder Bohröffnungen durch die Wände und Decken brandschutztechnisch getrennter Abschnitte geführt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Wand oder Decke muss je nach FW-Klasse diese Dicke haben: F 90 ≥ 80 mm, F 60 ≥ 70 mm, F 30 ≥ 60 mm.
- Der lichte Abstand der Rohrleitungen im Bereich der Durchführungen muss mindestens dem Fünffachen des größeren Leitungsdurchmessers entsprechen.
- Der Raum zwischen den Rohrleitungen und den umgebenden Bauteilen muss mit Zementmörtel oder Beton in Mindest-Bauteildicke vollständig ausgefüllt sein.

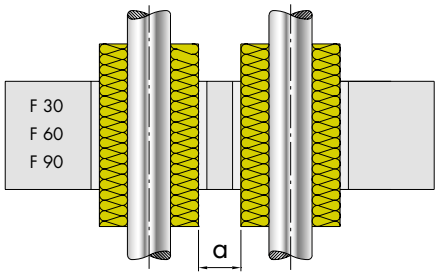
… dürfen in jeweils eigenen Durchbrüchen oder Bohröffnungen durch die Wände und Decken brandschutztechnisch getrennter Abschnitte geführt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Anforderungen wie in gemeinsamen Durchbrüchen oder Bohröffnungen, jedoch ergänzend.
- Der Raum (Spalt) zwischen den Rohrleitungen und den umgebenden Bauteilen kann auch mit nichtbrennbaren Mineralfasern (Schmelztemperatur > 1000 °C, Spaltbreite max. 50 mm) oder im Brandfall aufschäumenden Baustoffen (Spaltbreite max. 15 mm) vollständig ausgefüllt sein.

### Gedämmte Rohrleitungen

… dürfen in gemeinsamen oder eigenen Durchbrüchen oder Bohröffnungen durch die Wände und Decken brandschutztechnisch getrennter Abschnitte geführt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Wand oder Decke muss je nach FW-Klasse diese Dicke haben: F 90 ≥ 80 mm, F 60 ≥ 70 mm, F 30 ≥ 60 mm.
- Der Raum zwischen den Rohrleitungen und den umgebenden Bauteilen muss entsprechend ungedämmten Rohrleitungen bemessen und verschlossen sein.
- Die Dämmung im Bereich der Leitungsdurchführung muss aus nicht brennbaren Baustoffen mit einer Schmelztemperatur von mind. 1000 °C bestehen.
- Sie darf eine Umhüllung aus brennbaren Baustoffen bis 0,5 mm Dicke haben.
- Sie muss in ihrer Länge mindestens der Wand- oder Deckendicke entsprechen.
- Der lichte Abstand „a" der Rohrleitungen, gemessen zwischen den Dämmschichtoberflächen im Bereich der Durchführungen, muss mindestens 50 mm betragen.
- Bei weiterführenden Dämmungen (außerhalb der Brandwand oder -decke) aus brennbaren Baustoffen ist eine Umhüllung aus Stahlblech oder beidseitig der Durchführung auf eine Länge von jeweils 500 mm eine Dämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen anzuordnen.




R90-Durchführung ohne ABP

# Brandschutzdämmung



## Rohrleitungen in Flucht- und Rettungswegen

Notwendige Treppenräume, Flure und Ausgänge ins Freie, sowie Räume zwischen diesen: Dort sind nur Leitungsanlagen zulässig, die ausschließlich der unmittelbaren Versorgung dieser Räume oder der Brandbekämpfung dienen. Rohrleitungsanlagen mit brennbaren Rohren dürfen durch solche Bereiche geführt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Sie müssen in Schlitzen von massiven Wänden verlegt werden, die mit mindestens 15 mm dickem mineralischem Putz auf nichtbrennbarem Putzträger oder mit mindestens 15 mm dicken Platten aus mineralischen Baustoffen verschlossen werden.
- Sie müssen in Installationsschächte, -kanäle oder Unterdecken verlegt werden. Diese müssen – einschließlich der Abschlüsse von Öffnungen – aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und eine Feuerwiderstandsfähigkeit haben, die der höchsten notwendigen Feuerwiderstandsfähigkeit der von ihnen durchdrungenen raumabschließenden Bauteile entspricht. Die Abschlüsse müssen mit einer umlaufenden Dichtung dicht schließen. Die Befestigung der Installationsschächte und -kanäle ist mit nichtbrennbaren Befestigungsmitteln auszuführen.

**HINWEIS**

Offen verlegte Einzelleitungen mit ***PRINETO*** Rohren sind nur mit erteilter Befreiung oder Ausnahme der zuständigen Bauaufsichtsbehörde zulässig. Für die ***PRINETO*** Brandschutz- und Wärmedämmschalen mit Dämmstärke 30 mm ist ein solcher Antrag mit der Gutachterlichen Stellungnahme Nr. 3335/1111 Mer bei der Behörde möglich.

Diese Rohrleitungen dürfen auch Dämmungen aus brennbaren Baustoffen haben. Für Flure in den Gebäudeklassen 1 bis 3 mit weniger als 200 $m^2$ Nutzfläche, die keine Sonderbauten sind, gibt es Vereinfachungen.

## Kaltgehende Leitungen

Zu beachten ist, dass kaltgehende Wasserleitungen Kondenswasser bilden und darum nach DIN 1988-2 eine Dampfbremse haben müssen, um die Mineralwolle der Dämmung nicht zu durchfeuchten. Für diese Leitungen müssen tauwasserdichte Dämmsysteme verwendet werden. Bei diesen Isolierungen hat die Außenhaut einen Sandwich-Aufbau aus Alu – PE – Alu. Dieser Verbund widersteht auch den chemischen Angriffen des Betons oder Mörtels. Gegebenenfalls müssen unkaschierte Rohrschalen auf der Baustelle mit beständiger Aluminiumfolie ummantelt werden.

**Die Brandlasten der Rohre betragen:**

14 x 2,0 = 1,01 kWh/m
16 x 2,2 = 1,22 kWh/m
20 x 2,8 = 1,71 kWh/m
25 x 3,5 = 2,89 kWh/m
32 x 4,4 = 4,57 kWh/m
42 x 4,5 = 4,89 kWh/m
52 x 5,6 = 7,79 kWh/m
63 x 6,0 = 11,37 kWh/m

# Dämmung von Rohrleitungen



Dämmungen, im Sinne der geschuldeten mangelfreien Leistung, dienen nicht nur der Begrenzung der Wärmeabgabe oder der Verhinderung unzulässiger Erwärmung des Mediums, sondern haben vielmehr weitere wichtige Vertragsziele zu erfüllen (z. B. freie Beweglichkeit zur Längenausdehnung, Verminderung der Körperschallübertragung, mechanischer Schutz etc). Maßgebend können auch weitergehende Anforderungen sein, die vom Auftraggeber festgelegt und beschrieben sind (z. B. in einem Werkvertrag). Die Ausführung der Dämmungen wird in DIN 4140 beschrieben.

## Dämmung Trink-Kaltwasser

Die Dämmung von kalt- und warmgehenden Trinkwasserleitungen ist in der DIN 1988 Teil 200 geregelt. Die DIN EN 806-2 ergänzt diesbezüglich nichts. Verlegte Kaltwasserleitungen sind vor Erwärmung und vor Tauwasserbildung zu schützen. Rohrleitungen sind mindestens mit einem Schutz (z. B. Rohr-in-Rohr) zu installieren, wenn diese einen Kontakt zum Baukörper (z. B. unter Putz oder in Vorwandtechnik) haben. Im Wohnungsbau sind in der DIN 1988 Richtwerte für Mindestdämmschichtdicken (siehe folgende Tabelle) angegeben und gelten bei üblichen Betriebsbedingungen. Bei längeren Standzeiten des Wassers kann trotz Dämmung eine Erwärmung nicht verhindert werden. Die Rohrführung ist so zu wählen, dass nach Öffnen einer Armatur nach maximal 30 s die Wassertemperatur 25 °C nicht übersteigt.

Richtwerte für Mindestdämmschichtdicken zur Dämmung von Trinkwasserleitungen (kalt) gemäß DIN 1988 - 200, Tabelle 8.

| **Einbausituation** | **Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK *)** |
|---|---|
| Rohrleitungen frei verlegt in nicht beheizten Räumen, Umgebungstemperatur ≤ 20 °C (nur Tauwasserschutz) | 9 mm |
| Rohrleitungen verlegt in Rohrschächten, Bodenkanälen und abgehängten Decken, Umgebungstemperatur ≤ 25 °C | 13 mm |
| Rohrleitungen verlegt, z. B. in Technikzentralen oder Medienkanälen und Schächten mit Wärmelasten und Umgebungstemperaturen ≥ 25 °C | Dämmung wie Warmwasserleitungen Tabelle 9, Einbausituationen 1 bis 5 |
| Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen in Vorwandinstallationen | Rohr-in-Rohr oder 4 mm |
| Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau (auch neben nichtzurkulierenden Trinkwasserleitungen warm)** | Rohr-in-Rohr oder 4 mm |
| Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau neben warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen** | 13 mm |

*) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken, bezogen auf einen Durchmesser von d = 20 mm, entsprechend umzurechnen. Referenztemperatur für die angegebene Wärmeleitfähigkeit: 10 °C.

**) In Verbindung mit Fußbodenheizungen sind die Rohrleitungen für Trinkwasser kalt so zu verlegen, dass nach Öffnen einer Armatur nach maximal 30 s die Wassertemperatur 25 °C nicht übersteigt.

# Dämmung von Rohrleitungen



## Dämmung Trink-Warmwasser und Heizung

Für Warmwasserleitungen werden in der DIN 1988-200 die gleichen Anforderungen wie in der GEG Anlage 8 angegeben. Aus der DIN 1988 und GEG gehen die öffentlich-rechtlichen Mindestanforderungen an die Verminderung der Wärmemeabgabe hervor. Die Rohrleitungsdämmvorschriften der GEG haben für die Heizungs- und Sanitärinstallation Gültigkeit, jedoch nicht für Solaranlagen.

Nach GEG Anlage 8 sind Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen mit 100 % (Zeilen 1 bis 4) bzw. in z. B. Kreuzungsbereichen oder Wand- und Deckendurchbrüchen mit 50 % (Zeile 5) zu dämmen. Die Prozentangaben der Dämmstoffstärke mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/mK beziehen sich dabei auf den jeweiligen Rohr-Innendurchmesser.

**HINWEIS**

Wellrohr oder Schutzrohr stellen keine Dämmung im Sinne des GEG dar. Wie der Name schon sagt, dient das Schutzrohr lediglich als mechanische Sicherheit der Innenrohrleitung vor Beschädigung oder zur Verhinderung vor Tauwasserbildung bei Kaltwasserleitungen nach DIN 1988. Im Schutzrohr verlegte Rohrleitungen sind demnach als ungedämmte Leitungen einzustufen. Rohr-im-Rohr-Leitungen dürfen darum nur dort verlegt werden, wo keine Dämmung nach GEG erforderlich ist.

Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen gemäß GEG Anlage 8

| Zeile | Art der Leitung/Armaturen | Mindest- Dämmschichtdicke bei Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK * |
|---|---|---|
| 1 | Innendurchmesser bis 22 mm (***PRINETO*** 14 bis 25) | 20 mm |
| 2 | Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm (***PRINETO*** 32 und 40) | 30 mm |
| 3 | Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm (***PRINETO*** 50 und 63) | gleich Innendurchmesser |
| 4 | Innendurchmesser über 100 mm | 100 mm |
| 5 | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 6 | Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 7 | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau | 6 mm |
| 8 | Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen | 6 mm |
| 9 | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4, die an Außenluft grenzen | doppelte Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 10 | Wärmeverteilleitungen nach den Zeilen 1 bis 4 in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers mit, die Wärmeabgabe beeinflussenden, freiliegenden Absperreinrichtungen | keine Anforderungen |
| 11 | Warmwasserleitungen bis zu einem Wasserinhalt von 3 Litern, die nicht im Zirkulationskreislauf eingebunden oder mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind und sich in beheizten Räumen befinden | keine Anforderungen |

* Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend DIN V 4108-4 Tabellen 15 und 16 zu bestimmen

# Dämmung von Rohrleitungen



Beispiel Stabil-Rohr 25

| **Rohr-Innendurchmesser 18 mm (< Innendurchmesser 22 mm)** | |
|---|---|
| Dämmstärke 100 % | = 20 mm bei WLG 035 oder 26 mm bei WLG 040 |
| Dämmstärke 50 % | = 10 mm bei WLG 035 oder 13 mm bei WLG 040 |

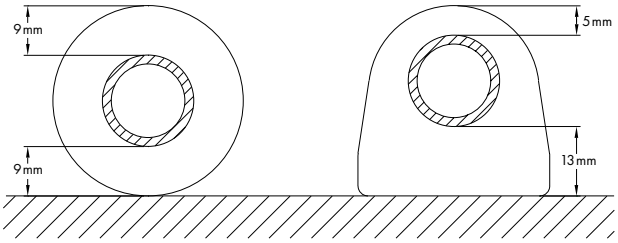
Beispiel Sanitärrohr 32

| **Rohr-Innendurchmesser 23,2 mm (Innendurchmesser zwischen 22 mm und 35 mm)** | |
|---|---|
| Dämmstärke 100 % | = 30 mm bei WLG 035 oder 38 mm bei WLG 040 |
| Dämmstärke 50 % | = 15 mm bei WLG 035 oder 19 mm bei WLG 040 |

Leitungen von Zentralheizungen, die in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer (z. B. in der Wohnungstrennwand zwischen Wohnzimmer Familie C und Kinderzimmer Familie B) verlegt werden, brauchen ebenfalls nur mit 50 % gedämmt werden (Zeile 6). Warmwasserleitungen sind davon ausgeschlossen.

Zeile 7 nimmt Bezug auf Zeile 6. Demnach sind im Fußbodenaufbau verlegte Leitungen von Zentralheizungen in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer (z. B. im Fußboden zwischen Wohnzimmer Familie A und Wohnzimmer Familie C) mit konzentrischer Dämmung 6 mm WLG 035 zu dämmen (entspricht 9 mm bei WLG 040).

Die Gleichwertigkeit zur konzentrischen Dämmung 9 mm (entspricht 6 mm WLG 035, Zeile 7) wird bei den exzentrischen Dämmungen mit einer Dicke von 13 mm hergestellt und stimmt mit den anerkannten Regeln der Technik überein (Amtliche Begründung zu Anhang 5: "Darüber hinaus sind die Anforderungen so gestellt, dass auch andere Ausführungen als der üblicherweise konzentrische Aufbau der Rohrdämmung zulässig sind, wenn z. B. mit einer verstärkten Dämmung zur Kaltseite hin insgesamt die gleiche Dämmwirkung wie bei einer konzentrischen Ausführung erreicht werden kann.").




Schnittvergleich konzentrisch – exzentrisch, 9 + 9 = 13 + 5

Entsprechend den Festlegungen der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz dürfen sonstige wärmedämmende Schichten der Baukonstruktion nicht als Rohrdämmung verwendet und angerechnet werden. Alle exzentrischen Dämmungen dürfen gemäß ihrem Prüfzeugnis nur zwischen beheizten Räumen eines oder verschiedener Nutzer eingebaut werden. Eine exzentrische 100 %-Dämmung darf also niemals auf einer Bodenplatte gegen Erdreich oder über einem unbeheizten Raum verbaut werden. Sie kann nur im Ausnahmefall eine konzentrische 100 %-Dämmung ersetzten, wenn darunter ein beheizter Raum ist und die Rohrdämmung beidseitig in Bodendämmschichten gebettet wird (Begrenzung der unkontrollierten Wärmeabgabe für mindestens einen Nutzer).

Keine Anforderungen an die Mindestdämmstoffstärke werden an Rohrleitungen von Zentralheizungen gestellt, die sich in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen des selben Nutzers befinden und deren Wärmeabgabe durch freiliegende Absperreinrichtungen (z. B. Thermostatventile bei Heizungsanlagen) beeinflusst werden kann. Dies gilt auch für Warmwasser-Stichleitungen mit einem Wasserinhalt bis 3 Liter, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind und sich in beheizten Räumen befinden.

**TIPP**

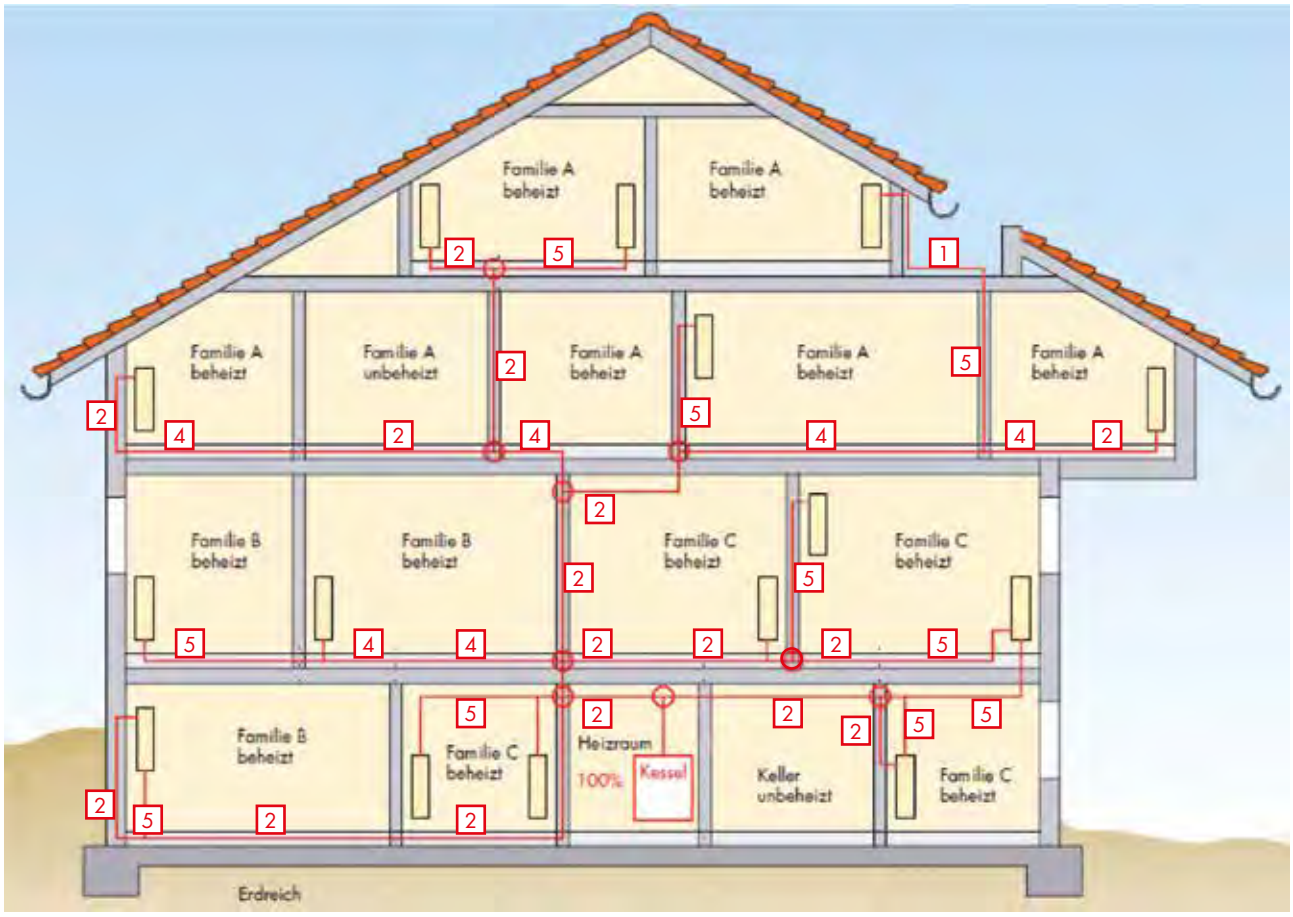
Umhüllungen der Rohrleitungen und Verbinder mit Wellrohr oder dünnerer Dämmung sind auch aus Gründen des Korrosionsschutzes, der Verhinderung von Knack- und Fließgeräuschen, der ungehinderten Längenausdehnung oder des Schallschutzes zu empfehlen, auch wenn die EnEV für den betreffenden Leitungsabschnitt keine Anforderungen stellt.

# Dämmung von Rohrleitungen



## Dämmungsbeispiele für Heizungsleitungen nach EnEV

In den Hausschnitten sind Dämmungsbeispiele für verschiedene Bauteile, Nutzer und Raumtemperaturen dargestellt. Die Rohrführung dient dabei nur der Demonstration und stellt kein anwendbares Strangschema dar!




1 = konzentrisch 200 %

2 = konzentrisch 100 %

3 = konzentrisch 50 %

4 = konzentrisch 9 mm, exzentrisch 50 % oder Quadro 7 mm

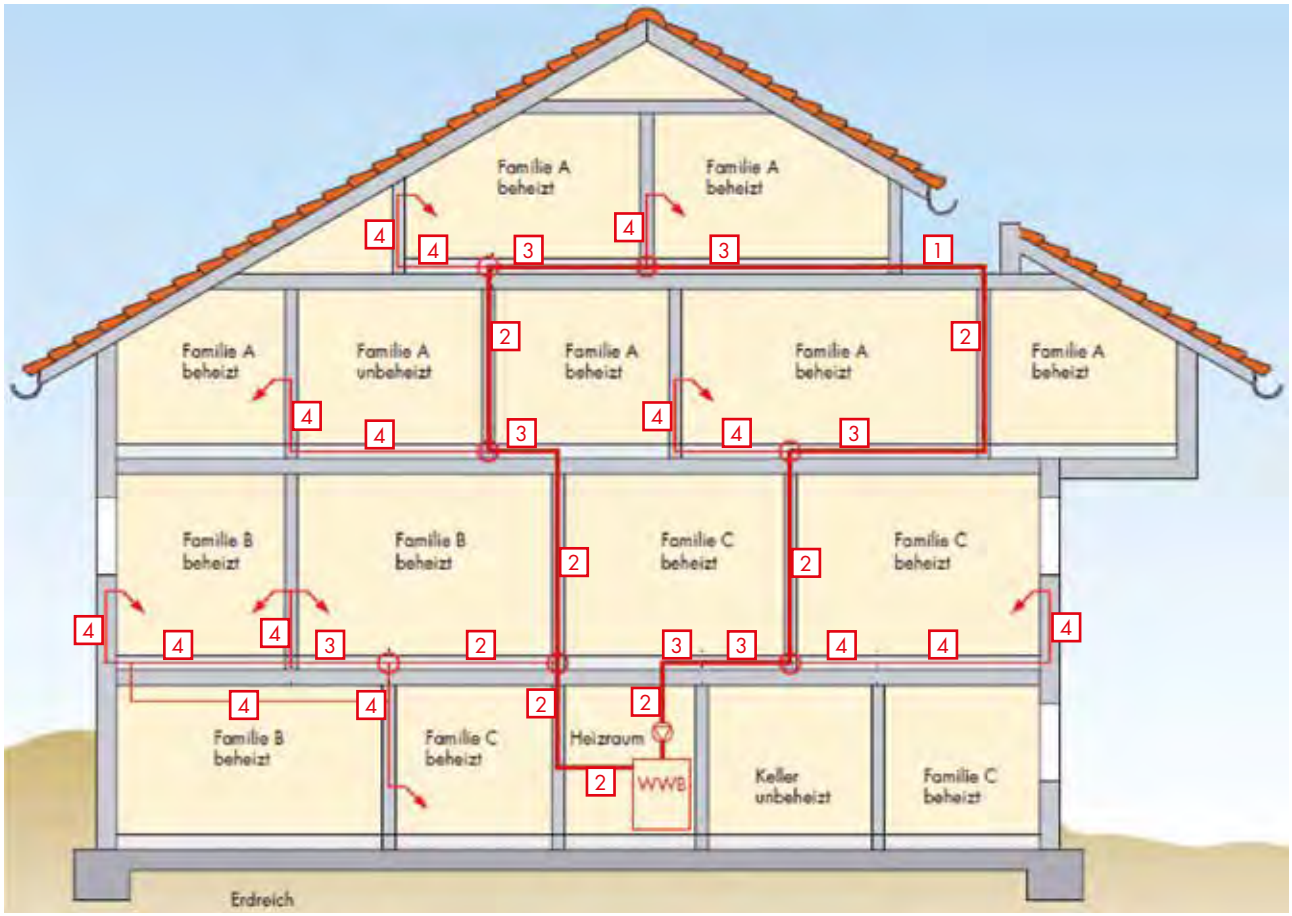
5 = keine Anforderung

○ = 50 %

# Dämmung von Rohrleitungen

## Dämmungsbeispiele für Warmwasserleitungen nach EnEV





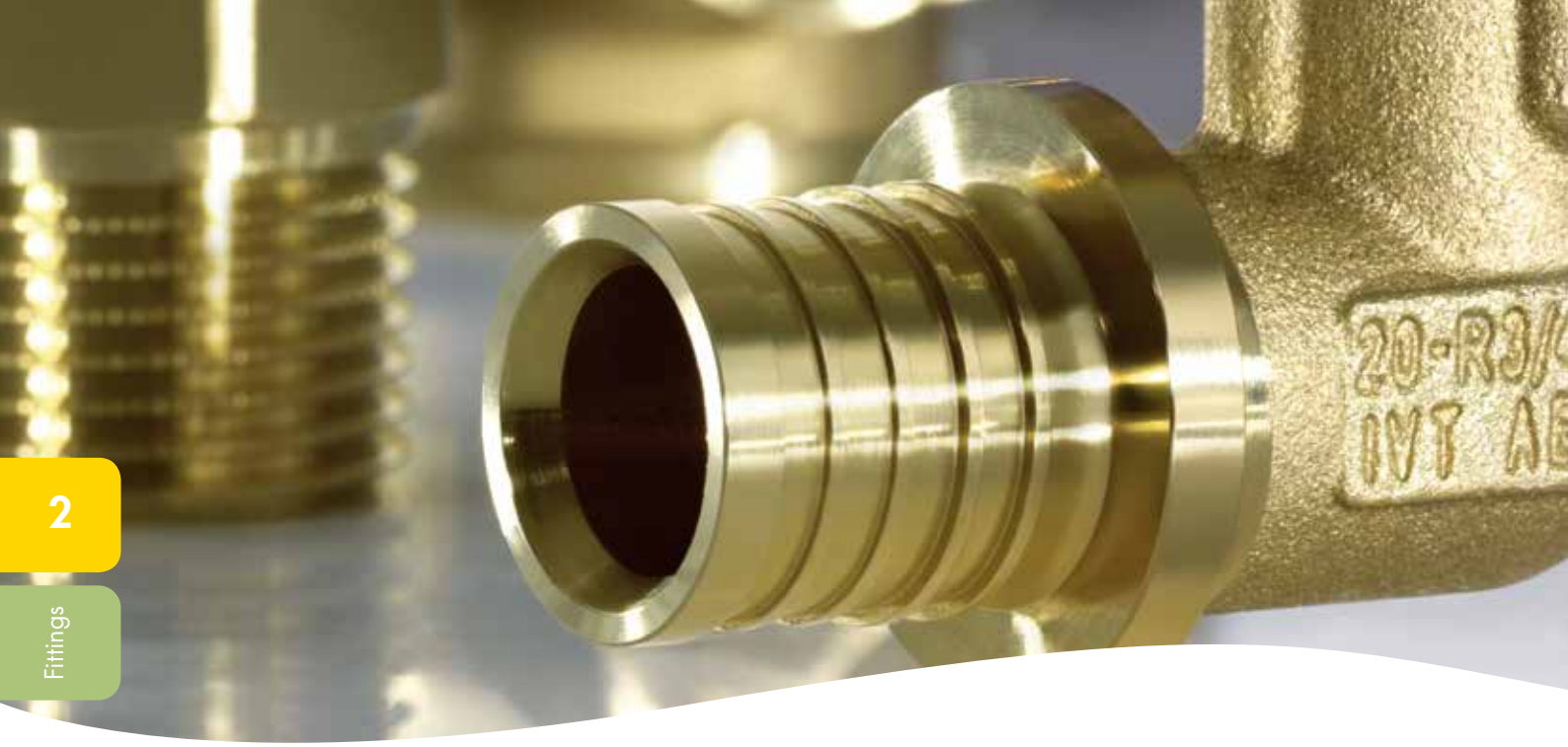

1 = konzentrisch 200 %

2 = konzentrisch 100 %

3 = Quadro 100 %, auch exzentrisch 100 % möglich, wenn in Bodendämmung eingebettet

4 = keine Anforderung, wenn Wasserinhalt < 3 l

○ = 50 %





**PRINETO** Fittings

Allgemeine Grundlagen S. 39

- Werkstoff S. 39
- Gewindefittings S. 40
- Außenkorrosion S. 40
- **PRINETO** Fittings PPSU S. 40
- Lötübergangsfittings S. 40
- Gewinde S. 40
- Übergang auf andere Gewinde S. 40

Druckverlustbeiwerte S. 41

# Allgemeine Grundlagen

## Werkstoff

***PRINETO*** Fittings sind universell mit allen ***PRINETO*** Rohren zu verarbeiten (Ausnahme: Fittings Flächenheizungssystem). Alle Standardfittings (z. B. T-Stücke, Winkel oder Übergänge) können sowohl in der Sanitär- als auch in der Heizungsinstallation verwendet werden.

Sie bestehen aus dem verzinnten Messing CW617N. Dieser Werkstoff weist im Allgemeinen eine gute Beständigkeit gegen neutrale, alkalische und organische Flüssigkeiten auf. Die Fittings sind durch das Baumusterzertifikat 8501AT2606 beim DVGW zugelassen.

Spezialfittings aus ***Cuphin*** ergänzen das Standard-Fittingprogramm. Cuphin ist ein neuartiger bleifreier, entzinkungsbeständiger und spannungsrissunempfindlicher Installationswerkstoff aus dem Spezialmessing CuZn21Si3. Er eignet sich besonders für den Einsatz in Gebieten mit Trinkwasserqualitäten, bei denen zurückliegend Spannungsrisse in Messingformteilen kleinerer Dimensionen aufgetreten sind. Die ***Cuphin*** Fittings sind mit einem Rechteck auf dem Fitting gekennzeichnet und dadurch von unseren Standardfittings zu unterscheiden.

Fittings aus dem Hochleistungskunststoff PPSU bieten eine langlebige, wirtschaftliche Alternative. Die Verarbeitung erfolgt mit den gleichen Hülsen und Werkzeugen. PPSU weist hervorragende Hygieneeigenschaften auf und eignet sich hervorragend für eine langlebige, korrosionsresistente und bleifreie Trinkwasserinstallation.

Die Hülsen werden aus Messing CuZn39Pb3 (CW 614 N nach DIN EN 1254-3) gefertigt und anschließend wärmebehandelt. Ihrem Materialkennwert entsprechend, können sie weder beim Aufpressen noch in der montierten Lage aufreißen.

Fittings, die speziell für die Heizkörperanbindung konzipiert wurden, sind unverzinnt.

**PRINETO Spezialfittings** CUPHIN

- Spezialmessing CuZn21Si3
- Bleifrei
- Spannungsrissunempfindlich
- Festigkeit wie Stahl
- Verarbeitung wie Standardmessing

**PRINETO Fittings PPSU**

- Hygienisch (korrosions- und bleifrei)
- Robust und langlebig
- Geringes Gewicht für einfaches Handling
- Keine Investition in neue Werkzeuge nötig
- Mit den üblichen Schiebehülsen zu verarbeiten
- Mit allen ***PRINETO*** Rohrtypen und ***PRINETO*** Metallfittings kombinierbar

# Allgemeine Grundlagen



## Gewindefittings

Dem korrosionsbeständigen ***PRINETO*** System werden entsprechende Gewindefittings aus entzinkungsbeständigem Sondermessing oder Rotguss gerecht.

## Außenkorrosion

Vor Außenkorrosion sind ***PRINETO*** Fittings unter Umständen zu schützen (z. B. Installationen in Viehstallungen – ammoniakhaltige Luft!). Ammoniak, Amine, Ammoniumsalze, Schwefeldioxid usw. können Spannungsrisskorrosion auslösen. Darum müssen Dämmstoffe nitritfrei sein und dürfen einen Massenanteil an Ammoniak von 0,2 % nicht überschreiten. Dies ist bei Verwendung unserer vorgedämmten Rohre gewährleistet. Können die Fittings längere Zeit mit Feuchtigkeit in Berührung kommen (z. B. erdverlegte Leitungen), sind sie wasserabsperrend zu isolieren.

## ***PRINETO*** Fittings PPSU

PPSU ist ein korrosionsfreier und schlagfester Hochleistungswerkstoff. Dennoch können Bestandteile u. a. in Reinigern, Farben oder Schäumen die Eigenschaften nachteilig beeinflussen. Daher dürfen nur Schäume oder andere Hilfsstoffe mit den Fittings in Kontakt kommen, die vom jeweiligen Hersteller für PPSU freigegeben wurden. Im Zweifelsfall ist der Fitting mit geeigneten Maßnahmen vor den betreffenden Stoffen zu schützen. Hier können beispielsweise geeignete Produkte, z. B. der Firmen Denso oder KEBU, eingesetzt werden.

## Lötübergangsfittings

Alle Fittings zum Übergang auf gelötete Kupfersysteme dürfen nur weichgelötet werden (Lötübergangsnippel und -muffen). Diese Übergänge dürfen erst dann mit den ***PRINETO*** Rohren verpresst werden, wenn die Lötverbindung fertig gestellt und handwarm abgekühlt ist. Die Lötübergangsnippel aus Messing können nicht zum Radialpressen verwendet werden. Dafür sind im Produktprogramm Übergänge aus Edelstahl erhältlich.

## Gewinde

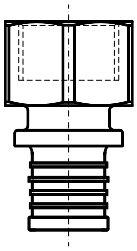
Die Gewinde entsprechen DIN EN 10226 Teil 1 – Innengewinde zylindrisch (Rp), Außengewinde kegelig (R); im Gewinde dichtend.

Davon ausgenommen sind Hahnverlängerungen mit zylindrischem Innen- und Außengewinde, Einschraubteile und Überwurfmuttern (G). Diese Gewinde entsprechen DIN ISO 228. Als Gewindedichtmittel dürfen nur solche Stoffe verwendet werden, die nicht spannungsrissauslösend sind. Bei der Produktbeschreibung auf einen Hinweis wie „geeignet für Kunststoffrohre" und das DVGW-Prüfzeichen achten (z. B. bei Teflon-Band).

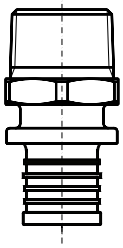
## Übergang auf andere Gewinde

Von anderen Rohrsystemen kann auf das ***PRINETO*** Installationssystem mit folgenden Formteilen übergegangen werden:

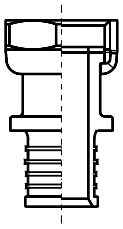
- Übergänge mit Rp-Innen- oder R-Außengewinde (z. B. Übergang 25-R 3/4, Art.-Nr. 878 641 360)
- Übergang mit Lötmuffe (zum Weichlöten auf Kupferrohre; z. B. 25-M 22, Art.-Nr. 878 343 390)
- Übergang mit Lötnippel (zum Weichlöten in Kupferfittings; z. B. 25-S 22, Art.-Nr. 878 343 391)
- Flachdichtende Verschraubungen als Einschraubteil oder Übergang mit Überwurfmutter (z. B. Übergang mit Überwurfmutter 25-G 3/4, Art.-Nr. 878 640 040)
- Übergang mit Radial-Pressnippel (zum Radialpressen in Fittings, z. B. 25-P 22, Art.-Nr. 878 643 390)



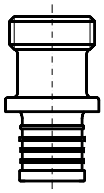
Rp
Zylindrisches Innengewinde,
im Gewinde dichtend



R
Kegeliges Außengewinde,
im Gewinde dichtend



G
Zylindrisches Innengewinde,
(Bewegungsgewinde)
hier flachdichtend

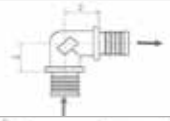
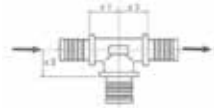
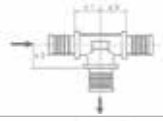
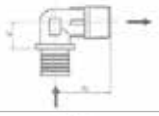
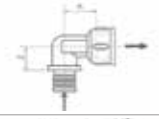
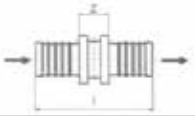
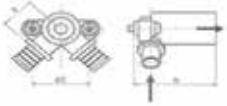
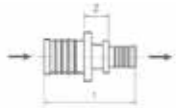
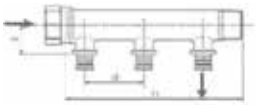


G
Zylindrisches Außengewinde,
(Bewegungsgewinde)
hier flachdichtend

# Druckverlustbeiwerte



**Druckverlustwerte ausgewählter *PRINETO* Fittings**

| Artikel | Fitting | Dimension | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 16 | 20 | 25 | 32 |
|  | Winkel | 4,2 | 3,9 | 3,1 | 2,7 |
| | Wandwinkel Rp 1/2 | 7,9 | 7,2 | 5 | |
|  | T-Stück Durchgang | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
|  | T-Stück Abzweig | 4,4 | 3,9 | 3 | 2,9 |
|  | Winkelübergang mit AG | 6,3 | 5,8 | 4,8 | 3,7 |
|  | Winkelübergang mit IG | 6,9 | 5,9 | 5 | |
| | Winkel 45° | 2,2 | 1,4 | 1,1 | 0,9 |
|  | Kupplung | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,5 |
| | Unterputz-Ventil UP | 9,9 | 7,2 | 8 | |
|  | Wandwinkel mit V-Durchgang | 5,1 | 4,5 | | |
| | Wandwinkel mit V-Durchgang | 5,7 | 4,3 | | |
|  | Reduzier-Kupplung reduziert um eine Dimension | | 0,6 | 0,3 | 0,2 |
|  | Strangverteiler R/Rp 3/4 | 4,7 | 3,5 | | |

## ***PRINETO*** Klemmverbindung


| | |
|---|---|
| Eigenschaften | S. 43 |
| Werkzeuge im Überblick | S. 44 |
| Farbleitsystem | S. 47 |
| Klemmverbindungen | S. 48 |
| Verbindung vorbereiten | S. 49 |
| Rohr aufweiten | S. 50 |
| Fitting einstecken | S. 51 |
| Schiebehülse aufschieben | S. 52 |

# Eigenschaften

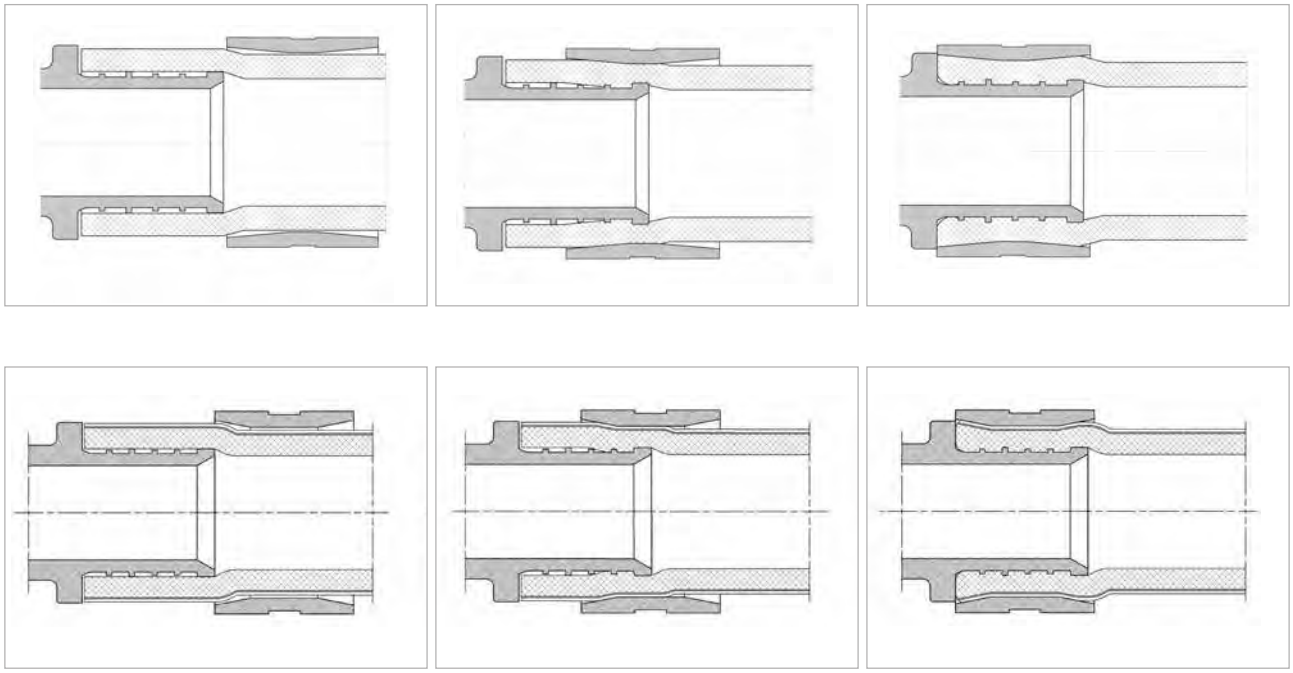
Die axialen ***PRINETO*** Klemmverbindungen wurden nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 zusammen mit allen ***PRINETO*** Rohren geprüft. Sie sind dauerhaft dicht und dürfen unter Putz oder Estrich ohne Revisionsöffnung eingebaut werden. Durch einen Überwachungsvertrag mit dem Süddeutschen Kunststoffzentrum Würzburg (SKZ) und dem OFI Forschungsinstitut Wien wird die hohe, gleichbleibende Güte sichergestellt. DVGW-Arbeitsblatt W 534: Rohrverbinder und Verbindungen für Rohre in der Trinkwasserinstallation; Anforderungen und Prüfung.

Für die ***PRINETO*** Klemmverbindungen wurden die DVGW-Prüfzeichen mit den Registriernummern DW8501AT2149 und DW 8501AT2606 vergeben. Um die Zuordnung beim Herstellen der ***PRINETO*** Verbindung zu erleichtern, werden die Schiebehülsen mit unterschiedlichen „Farben" ausgeliefert. Die Hülsen für die PE-X-Rohre 16, 20, 25 und 32 sowie für die Flächenheizrohre 12, 14, 16, 20 und 25 sind unbehandelt messingfarben. Die Hülsen für die weißen Stabil-Rohre (Ausnahme Stabil-Rohr 14) und alle Flächenheizrohre 17 sind vernickelt (vgl. Farbleitsystem ab Seite 163).

**VORTEILE**

- Kein O-Ring
- Große Dichtfläche
- Hoher Durchfluss durch Aufweiten der Rohre
- Verbindung nachträglich dreh- und ausrichtbar
- Hygienische totraumfreie Verbindung ohne Stagnationsräume





Die Dichtung und Längskraftschlüssigkeit zwischen Fitting und Rohr wird durch Anpressen des PE-X Materials mittels der Schiebehülse auf den Fittingkörper ohne zusätzliche Dichtmittel gewährleistet.

Das Rohrende wird zur Aufnahme des Fittings vorher aufgeweitet. Die fertigen Verbindungen sind sofort druck- und temperaturbelastbar.

# Werkzeuge im Überblick



**Rohrschere**

Zum Ablängen der Rohre bis Abmessung 32,
Rohrabschneider für alle Rohre 14 bis 63 (rechts).

***PRINETO* Montagekoffer MAZ,**
**Manuelle Aufweitzange**

Zum Ablängen und Aufweiten der Rohre,
inkl. Aufweitköpfen 16, 20, 25 und 32.

***PRINETO* Akku-Kompaktaufweiter AKA**

Zum Aufweiten der Rohre 12 bis 32
(Aufweitköpfe erforderlich!).

***PRINETO* Akku-Kompaktschiebezange AKSZ**

Zum Aufschieben der Hülsen für die Abmessungen
12 bis 32 (Schiebebacken erforderlich!).

***PRINETO* Montagekoffer**
**MSZ Manuelle Schiebezange**

Zum Aufschieben der Hülsen bis Abmessung 32
inkl. Schiebebacken 16, 20, 25 und 32.

# Werkzeuge im Überblick



**_PRINETO_ Montagekoffer KSZ**
**Kniehebelschiebezange**

Zum Ablängen der Rohre und aufschiebender Hülsen für die Abmessungen bis 20, inkl. Schiebebacken 16 und 20.

**_PRINETO_ Manuelle Aufweit- und Schiebezange MASZ**

Zum Aufweiten der Rohre und Aufschieben der Hülsen für die Abmessungen 16 bis 20.

**_PRINETO_ Akku-Kombiwerkzeug AS**

Zum Aufweiten der Rohre und Aufschieben der Hülsen für die Abmessungen 16 bis 40.

**_PRINETO_ Montagekoffer ASZ**
**(Akku-)Elektrische Schiebezange**

Zum Aufweiten mit Aufweitbits und Aufschieben der Hülsen bis Abmessung 63 (Ergänzungswerkzeug erforderlich!).

# Werkzeuge im Überblick



**_PRINETO_ Montagekoffer für Antriebe ASZ und ESZ 2 (Ergänzungswerkzeug)**

Zum Aufweiten mit Aufweitbits und Aufschieben der Hülsen bis Abmessung 63, inkl. Aufsatz A, Schiebebacken 16, 20, 25 und 32.

**Aufweitbit 40 – 63 (16 – 32 o. Bild) (Ergänzungswerkzeug)**

Zum Aufweiten der Rohre mit elektrischem Werkzeug, Aufsatz A und Aufweitkopf 40, 50 oder 63.

**Aufweitkopf 40, 50 und 63 (Ergänzungswerkzeug)**

Zum Aufweiten der Rohre mit elektrischem Werkzeug, Aufsatz A und Aufweitbit 40 bis 63.

**Schiebebacken 40, 50 und 63 (Ergänzungswerkzeug)**

Zum Aufschieben der Hülsen 40, 50 und 63 mit elektrischem Werkzeug und Aufsatz A.

# Farbleitsystem

**Mit Hilfe des Farbleitsystems sind die verschiedenen *PRINETO* Verbindungen einfach herzustellen:**

Farbleitsystem

| Rohrdimension | Rohrtyp | Aufweiten | Schiebehülse | Aufweitkopf | Schiebebacken |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 x 2,0 | Flächenheizrohr | zweimal | Messing blank | 12 x 2,0 | FS 12 Schwarz (zweimal) |
| 14 x 2,0 | Flächenheizrohr | zweimal | Messing blank | 14 x 2,0 | F 14 Messing + S 14 Schwarz |
| 16 x 2,0 | Flächenheizrohr | zweimal | Messing blank | 16 | F 16 Messing + S 16 Schwarz |
| PE-S/AL/PE-RT (16 x 2,0) | Flächenheizrohr Stabil | einmal | Messing blank | 16 | F 16 Messing + S 16 Schwarz |
| 17 x 2,0 | Flächenheizrohr | zweimal | silbern vernickelt | 17 x 2,0 | F 16 Messing + SS 16 silbern |
| 20 x 2,0 | Flächenheizrohr | zweimal | Messing blank | 20 x 2,0 | F 20 Messing + S 20 Schwarz |
| 25 x 2,3 | Flächenheizrohr | zweimal | Messing blank | 25 x 2,3 | F 25 Messing + S 25 Schwarz |
| 16 x 2,2 | Heizrohr, Sanitärrohr | zweimal | Messing blank | 16 | F 16 Messing + S 16 Schwarz |
| 20 x 2,8 | Heizrohr, Sanitärrohr | zweimal | Messing blank | 20 | F 20 Messing + S 20 Schwarz |
| 25 x 3,5 | Heizrohr, Sanitärrohr | zweimal | Messing blank | 25 | F 25 Messing + S 25 Schwarz |
| 32 x 4,4 | Heizrohr, Sanitärrohr | zweimal | Messing blank | 32 | F 32 Messing + S 32 Schwarz |
| Stabil 14 (14 x 2,0) | Stabil-Rohr | einmal | Messing blank | 14 x 2,0 | F 14 Messing + S 14 Schwarz |
| Stabil 16 (17 x 2,8) | Stabil-Rohr | einmal | silbern vernickelt | 16 | F 16 Messing + SS 16 silbern |
| Stabil 20 (21 x 3,4) | Stabil-Rohr | einmal | silbern vernickelt | 20 | F 20 Messing + SS 20 silbern |
| Stabil 25 (26 x 4,0) | Stabil-Rohr | einmal | silbern vernickelt | 25 | F 25 Messing + SS 25 silbern |
| Stabil 32 (33 x 4,9) | Stabil-Rohr | einmal | silbern vernickelt | 32 | F 32 Messing + SS 32 silbern |
| Stabil 40 (42 x 4,6) | Stabil-Rohr | zweimal | silbern vernickelt | 40 | F 40 Messing + SS 40 silbern |
| Stabil 50 (52 x 5,65) | Stabil-Rohr | zweimal | silbern vernickelt | 50 | F 50 Messing + SS 50 silbern |
| Stabil 63 (63 x 6,0) | Stabil-Rohr | dreimal | silbern vernickelt | 63 | F 63 Messing + SS 63 silbern |

## Rohre und Schiebehülsen

### Hülse, Messing

PE-X-Rohre (Schwarz und Rot), Flächenheizrohre (Grau) 12, 14, 20, 25 und Stabil-Rohr 14.

### Hülse, silbern vernickelt

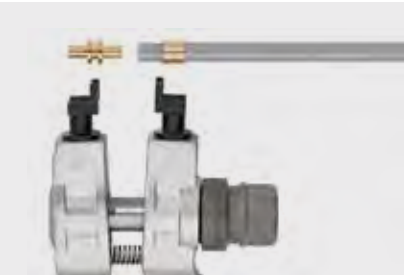
Stabil-Rohre (Weiß) und Flächenheizrohre 17 (Grau).

# Klemmverbindungen

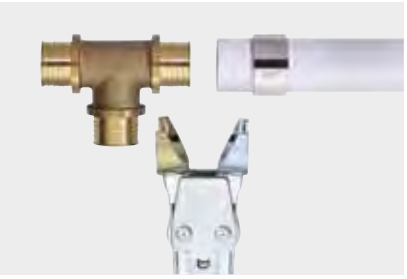
## Schiebebacken

Backen F Gelb für Fitting, Backen S Schwarz für Schiebehülse PE-X-Rohre, Flächenheizrohre 12, 14, 20, 2 und Stabil-Rohr 14.

Backen F Gelb für Fitting
Backen S Stabil, silbern für Schiebehülse Stabil-Rohre 16, 20, 25, 32 und Flächenheizrohr 17.



Backen F/S für Fitting und Schiebehülse Flächenheizrohr 12.



Backen F Gelb für Fitting
Backen S Stabil, silbern für Schiebehülse Stabil-Rohre 40, 50, 63.

**ACHTUNG**

Rohre, Fittings und Hülsen möglichst nur aus Originalverpackung verarbeiten. Verschmutzte Fittings reinigen, beschädigte Fittings aussortieren. Nur Originalwerkzeuge ***PRINETO*** verwenden. Nicht mit defektem Werkzeug, z. B. herausgebrochenen Segmenten beim Aufweitkopf, arbeiten. Montagewerkzeuge sauber halten. Alle bewegten Teile der manuellen Werkzeuge regelmäßig reinigen und anschließend fetten. Montage- und Bedienungshinweise beachten! Vor der Inbetriebnahme der elektrischen Werkzeuge ist die Bedienungsanleitung zu lesen. Die Hinweise, u. a. zur Sicherheit, sind zu beachten.

**VORTEILE**

Stirnseiten der Schiebebacken immer parallel zueinander in die Zange setzen (Ausnahme Stabil 40/50/63).

## Aufweitköpfe

Aufweitzange bestückt mit Standard-Aufweitköpfen.

Aufweitzange bestückt mit Sonderaufweitköpfen für Flächenheizungsrohre und für Stabil-Rohr 40.

# Verbindung vorbereiten

Rohr mit Rohrschere oder Rohrabschneider rechtwinklig abschneiden. Passende Schiebehülse zu Rohrdimension und Rohrtyp auswählen (vgl. Farbleitsystem auf Seite 47) und soweit auf das Rohr schieben, dass die Schiebehülse beim Aufweiten nicht in der Aufweitzone liegt. Die Innenseiten der Schiebehülsen 63 vor dem Aufschieben leicht mit ***PRINETO*** Gleitmittel (Art.-Nr. 878 530 998) einschmieren, um die Verpresskräfte beim Herstellen der Verbindung zu reduzieren.

Bei vorgedämmtem oder in Wellrohr eingezogenem Rohr die Ummantelung vorher zurückschieben oder kürzen (z. B. mit ***PRINETO*** Rohrschere mit Wellrohrabschneider, Art.-Nr. 878 800 150), das Innenrohr dabei nicht beschädigen.

Das passende Fitting für ein zeitnahes Einschieben in die Rohrmuffe nach dem Aufweiten des Rohres bereitlegen.

**ACHTUNG**

Aus hygienischen Gründen und um Beschädigungen vorzubeugen, die Rohre, Fittings und Schiebehülsen möglichst nur aus der Originalverpackung verarbeiten. Verschmutzte Fittings reinigen, beschädigte Fittings nicht verwenden. Zum Herstellen der Schiebehülsenverbindung nur ***PRINETO*** Originalwerkzeuge verwenden. Nicht mit defektem Werkzeug, bspw. Aufweitkopf mit ausgebrochenem Segment, arbeiten. Alle Werkzeuge sollten möglichst sauber gehalten werden und müssen regelmäßig gereinigt, bewegte Teile anschließend gefettet werden (bspw. Fett für MSZ, Art.-Nr. 878 800 203).

**ACHTUNG**

Vor Inbetriebnahme der Werkzeuge ist deren Bedienungsanleitung zu lesen. Die Sicherheitshinweise sind zu beachten.

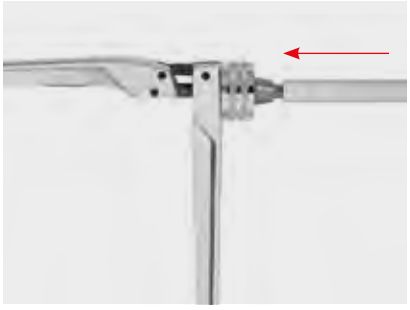


# Rohr aufweiten

Aufweitkopf gemäß Rohrdimension auswählen (vgl. Farbleitsystem auf S. 47) und vollständig bis zum Anschlag auf die entspannte Aufweitzange, den Kompaktaufweiter oder den Aufweitbit schrauben. Alle Segmente des Aufweitkopfes müssen in Ordnung sein.

Der Aufweitvorgang wird erleichtert und der Verschleiß reduziert, wenn der Gleitkegel der Aufweitwerkzeuge regelmäßig gereinigt und mit Werkzeugfett (bspw. Fett für MSZ, Art.-Nr. 878 800 203) dünn eingefettet wird. Kein Öl verwenden. Beim Aufweiten darf kein Fett ins Rohrinnere gelangen.

# Rohr aufweiten



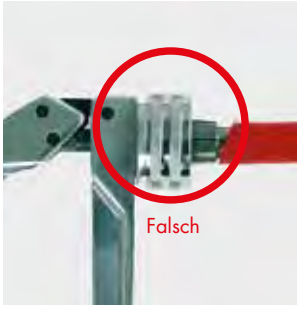
**ACHTUNG**

Nicht reißen, nicht pumpen! Das Rohr beim Aufweiten nicht verkanten oder unter Biegespannung aufweiten. Die Schiebehülse nicht mit aufweiten. Der Aufweitbit darf während des Aufweitens nicht aus dem Aufsatz A herausrutschen.

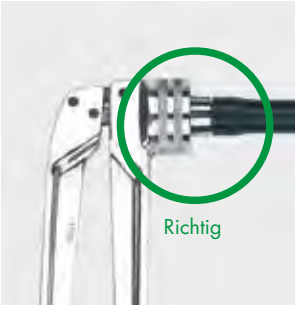
Beim Aufweiten mit ASZ oder ESZ 2 den Aufweitbit bis zum Einrasten in den Aufsatz A stecken, diesen anschließend in die Aufnahme des Elektrowerkzeuges einsetzen und verriegeln.

Den Aufweitkopf gerade bis zum Anschlag in das Rohr schieben. Die manuelle Aufweitzange langsam und gleichmäßig in einem Zug vollständig schließen.

Aufweiten unter Biegespannung




Schräger Rohrschnitt



Aufweitvorgang mit ASZ

Zum Aufweiten mit dem Akku-Kompaktaufweiter AKA oder der Akku-Schiebezange ASZ den Handschalter solange gedrückt halten, bis nach einem ‚Knackgeräusch' das Werkzeug selbsttätig wieder entspannt.

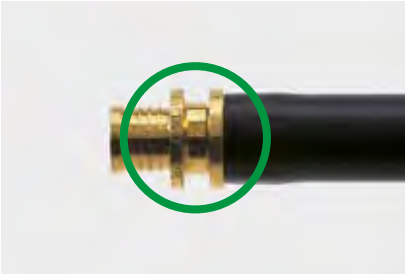
Zum Aufweiten mit der elektrischen Schiebezange ESZ 2 den Richtungsschalter auf Position ‚V' stellen und den Handschalter solange gedrückt halten, bis hörbar der vordere Umkehrpunkt der Schubstange erreicht ist. Danach den Richtungsschalter auf Position ‚R' stellen und den Handschalter zum Entspannen drücken, bis hörbar der hintere Umkehrpunkt der Schubstange erreicht ist.
In Abhängigkeit von Rohrdimension und Rohrtyp muss unterschiedlich oft aufgeweitet werden (vgl. Farbleitsystem auf Seite 47). Bei mehrfachem Aufweiten das Aufweitwerkzeug oder das Rohr vor dem zweiten Aufweitvorgang etwa um 30° verdrehen.

**ACHTUNG**

Die Stabil-Rohre 14 bis 32 nur einmal aufweiten, um die Rohrmuffe nicht zu groß zu formen.

# Fitting einstecken





Korrekt aufgestecktes Fitting

Schräg aufgestecktes Fitting

Spalt bei Rohrdurchmesser 32

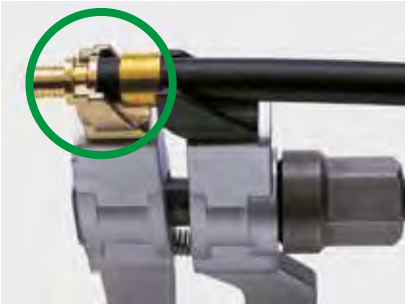
Nach dem Aufweiten des Rohres den Fitting in die Rohrmuffe stecken und gerade ausrichten. Die Rohrmuffe muss den Fittingbund berühren (Ausnahme: Rohre 20, 25 und 32, vgl. Tabelle Spaltbreiten). Bei flexiblen Rohren ist die Zeit begrenzt, da die aufgeweitete Rohrmuffe wieder schrumpft. In diesem Fall das Rohr nochmals aufweiten.

**TIPP**

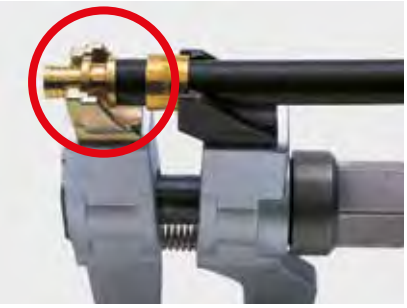
Bei den Rohrdimensionen 20, 25 und 32 ist die Aufweitlänge durch den Aufweitkopf so festgelegt, dass nach dem vollständigen Einstecken des Fittings ein Spalt zwischen Rohrende und Fittingbund verbleibt.

Spaltbreiten zwischen Fittingbund und Rohrende:

| Rohrtyp und -dimension | Spaltbreite |
|---|---|
| Flächenheizrohr 12 | 0 mm |
| Flächenheiz- und Stabil-Rohr 14 | 0 mm |
| **Heiz-, Sanitär-, Stabil-Rohr und Flächenheizrohr stabil 16/16 x 2,0** | **1,0 mm** |
| Flächenheizrohr 17 | 0 mm |
| **Heiz-, Sanitär- und Stabil-Rohr 20** | **1,0 mm** |
| **Heiz-, Sanitär- und Stabil-Rohr 25** | **2,0 mm** |
| Flächenheizrohr 25 | 0 mm |
| **Heiz-, Sanitär- und Stabil-Rohr 32** | **3,0 mm** |
| Stabil-Rohr 40 | 0 mm |
| Stabil-Rohr 50 | 0 mm |
| Stabil-Rohr 63 | 0 mm |



Richtig ausgerichtet in MSZ Schiebebacke F.



Schiebebacke F am falschen Fittingbund angesetzt. Verbindung wird dadurch überpresst.

Manueller Aufschiebevorgang mit KSZ.

# Schiebehülse aufschieben



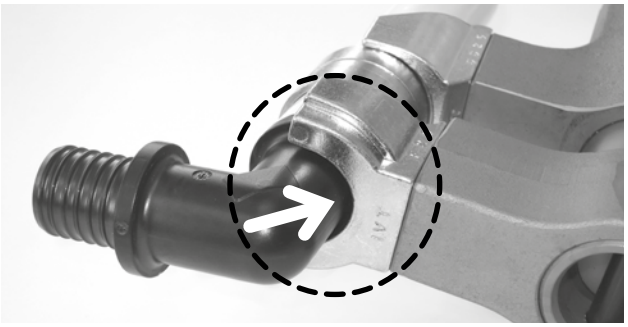
Die Schiebehülse mit der Hand bis zur Rohrmuffe schieben. Schiebezange bzw. Aufsatz A entsprechend Rohrdimension und -typ mit den passenden Schiebebacken bestücken. Die gelbe F-Schiebebacke immer nur am Fitting ansetzen. Die Schiebebacken beidseitig an die vorbereitete Verbindung legen.

Dabei auf richtigen Sitz von Fittingbund und Schiebehülse in den Zentrierungen der Schiebebacken achten, nicht verkanten. Die Schiebehülse bis zum Fittingbund schieben.

**Achtung:**

Die Verbindung muss bis zum Abschluss der Verpressung im Rachengrund der Schiebebacken bleiben. Die Schiebebacken dürfen während der Verpressung nicht aus dem Werkzeug herausrutschen. Dazu das Werkzeug gegen die Verbindung gedrückt halten.

Bei KSZ (Ø12-20) den Aufschiebevorgang durch vollständiges Zusammendrücken der Hebel in einem Zug ausführen.



**Achtung:**

Die zu verpressende Verbindung muss vollständig (bis zum Rachengrund) in die Schiebebacken eingesetzt werden. Liegt die Verbindung nicht vollständig in den Schiebebacken, stellt sich die Hülse während des Verpressens schief, was wiederum zu hohe Verpresskräfte bewirkt. Durch zu hohe Verpresskräfte kann es zu Beschädigungen oder Abscherungen im Bereich des Fittingbundes und der Schiebehülse kommen.

**TIPP**

Die Spindel der MSZ regelmäßig von Staub und Schmutz reinigen und anschließend fetten. Beim Zusammenbau darauf achten, dass die Drucklager wieder in der richtigen Reihenfolge zusammengebaut werden.

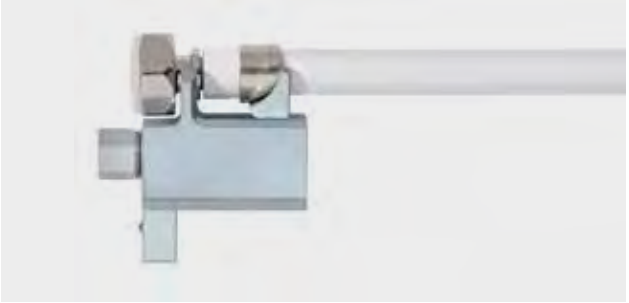
Bei AKSZ (Ø12-32) durch Befestigung des Schiebeadapters (A) mit dem Bolzen (B) in zwei verschiedenen Positionen die zu verpressende Dimension vorwählen. Die Bohrung (1) wird zum Verpressen der Rohrdimensionen 25 und 32 verwendet, die Bohrung (2) ist für die Rohrdimensionen 12 bis 20 vorgesehen. Den Handschalter solange gedrückt halten bis das Werkzeug selbsttätig wieder entspannt und die Verbindung frei gibt.

Bei ASZ2 (Ø14-63) den Handschalter solange gedrückt halten bis nach einem ‚Knackgeräusch' das Werkzeug selbsttätig wieder entspannt.

# Schiebehülse aufschieben

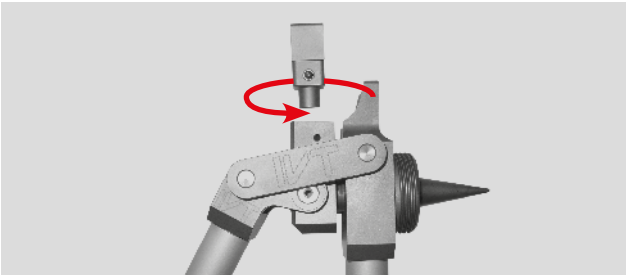
Bei ESZ 2 (Ø14-63) den Richtungsschalter auf Position ‚V' stellen und den Handschalter solange gedrückt halten bis hörbar der vordere Umkehrpunkt der Schubstange erreicht ist. Danach den Richtungsschalter auf Position ‚R' stellen und den Handschalter zum Entspannen drükken bis hörbar der hintere Umkehrpunkt der Schubstange erreicht ist und die Verbindung freigegeben wird.





Manueller Aufschiebevorgang mit PSZ in Funktion.

Bei PSZ (Ø 16) zunächst von Hand, dann mit Hilfe eines beliebigen Werkzeuges mit Schlüsselweite 17 mm den Spindelantrieb im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen. Danach den Spindelantrieb durch Drehen in die entgegengesetzte Richtung wieder lösen.



MASZ Wende-Schiebebacke 16/20.

Bei MASZ (16 – 20) kann die Backe der Schiebehülse zwischen Stabil und PEX angepasst werden. Hierzu ist die Schiebebacke herauszunehmen und gedreht wieder einzustecken.

**ACHTUNG**

Ein Biegen unmittelbar an der Verbindung kann zu einem Rohrwandeinriss führen.

**Hinweis:** Erst das Rohr biegen, dann verpressen!

**PRINETO** Trinkwasserinstallationen

Allgemeine Grundlagen S. 55

- Installationswerkstoffe S. 55
- Wasserfilter S. 56
- Stagnationsarme Installation S. 56
- Zirkulation S. 56
- Korrosionswahrscheinlichkeit S. 56
- Druckprüfung und Spülen S. 56
- Außenkorrosion S. 56
- Betrieb mit Drucklauferhitzern S. 56
- Betrieb mit elektrischen Begleitheizungen S. 57
- Fließregel bei Mischinstallation S. 57
- Desinfektion S. 57
- Regenwasser S. 57
- Enthärtung/Entmineralisierung S. 57
- Füllmengen von **PRINETO** Rohren S. 57

Druckprüfung von Trinkwasserinstallationen S. 58

- Prüfung mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen S. 58
- Druckprüfprotokoll nach VDI 6023 S. 59
- Prüfung mit Trinkwasser S. 60
- Druckprüfprotokoll nach DIN EN 806-4 S. 61

Verlege- und Montagehinweise S. 62

Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage S. 68

Rohrreibungswiderstände S. 74

# Allgemeine Grundlagen

Das ***PRINETO*** Trinkwasserinstallationssystem ist vom DVGW mit den Nummern DW-8501AT2606 und DW-8501AT2149 baumustergeprüft und zugelassen. Es kann mit allen Wässern eingesetzt werden, die der Trinkwasserverordnung von 2001 entsprechen. Davon abweichende Wasserqualitäten sind von der IVT Technik freizugeben.
Bei der Planung, Installation und beim Betrieb von Trinkwasserverteilsystemen in Gebäuden sind unter anderem folgende Normen und Verordnungen zu beachten:

- DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)
- DIN EN 806, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)
- DIN EN 1717 (ersetzt teilweise Teil 4 der DIN 1988), Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasserinstallationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen
- Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkwV), Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- KTW-Empfehlung, Empfehlung der Kunststoffe für Trinkwasser des Bundesgesundheitsamtes
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR), Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen
- DIN 4109, Schallschutz im Hochbau
- DIN EN 1254, Kupfer und Kupferlegierungen-Fittings
- DIN 50930, Korrosion metallischer Werkstoffe im Inneren von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser
- VDI 6023, Hygiene in Trinkwasser-Installationen
- DVGW W 551, Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
- DIN 18381, VOB Teil C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen

Folgende Anforderungen werden unter anderem an eine Trinkwasserinstallation gestellt:

1. Vermeidung der Verschlechterung der Trinkwasserqualität innerhalb der Gebäudeinstallation
2. Einhaltung der physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit gemäß TrinkwV an den Entnahmestellen
3. Funktionale Absicherung während der gesamten Lebensdauer
4. Garantie der erforderlichen Betriebswerte: Druck und Durchfluss am Verbraucher
5. Einhaltung der zulässigen Grenzparameter der Fließgeräusche
6. Vermeidung von Verunreinigungen des Trinkwassers aus dem öffentlichen Netz

Die fachgerechte Planung der Anlage nach Funktion und einzusetzenden Materialien ist entscheidend für die Einhaltung der vorgenannten Standards.

## Installationswerkstoffe

Alle trinkwasserberührten Kunststoffe und nichtmetallischen Werkstoffe des ***PRINETO*** Installationssystems entsprechen den KTW-Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes sowie dem Lebensmittel-Bedarfsgegenständegesetz. Die ***PRINETO*** Rohre sind nach DVGW-Arbeitsblatt W 270 mikrobiologisch untersucht und freigegeben sowie toxikologisch und physiologisch unbedenklich. Die Legierungsbestandteile aller beim ***PRINETO*** Installationssystem verwendeten trinkwasserberührten metallischen Werkstoffe entsprechen DIN 50930-6 und gewährleisten damit die Einhaltung der Trinkwasserverordnung 2001. Als Fittingmaterial wird Messing (CW617N nach DIN EN 1254-3) und Cuphin (CW724R) verwendet.

Die Anlagenteile einer Trinkwasserinstallation müssen für einen zulässigen Betriebsüberdruck von 10 bar ausgelegt werden. Bei Kaltwasserleitungen darf eine Wassertemperatur von 25 °C, nach Ablaufen des Stagnationswassers, nicht überschritten werden. Die Warmwassertemperatur darf in der Regel 60 °C nicht überschreiten (Ausnahme z. B. thermische Desinfektion). Rohre und Rohrverbinder sind für eine Betriebsdauer von mindestens 50 Jahren auszulegen.

Steigleitungen müssen durch jederzeit zugängliche Absperrarmaturen einzeln absperr- und entleerbar sein. In größeren Objekten, z. B. Mehrfamilienhäusern, müssen Stockwerksleitungen eines jeden Geschosses und Zuleitungen von abgeschlossenen Wohnungen zusätzlich einzeln absperrbar sein. Dafür können ***PRINETO*** Unterputz-Ventile verwendet werden.

Im Betrieb hervorgerufene Längenänderungen und die daraus resultierenden Kräfte müssen durch den Einbau von Biegeschenkeln und Festpunkten berücksichtigt werden (vgl. Längenänderung und Biegeschenkel, Seite 20).
Aussparungen und Schlitze sind im Mauerwerk nur zulässig, wenn sie nicht die Standfestigkeit beeinträchtigen. Die Vorwandinstallation ist aufgrund dessen anerkannte Regel der Technik. Kaltgehende Trinkwasserleitungen sind gegen Erwärmung und Tauwasserbildung zu schützen. Zur Begrenzung der Wärmeverluste von Warmwasserleitungen ist die Energieeinsparverordnung (EnEV) in ihrer jeweils geltenden Fassung zu beachten (vgl. Dämmung von Rohrleitungen, ab Seite 33).

# Allgemeine Grundlagen



## Wasserfilter

Wenn Feststoffe wie Rostteilchen und Sandkörner in die Hausinstallation gelangen, kann das zu Korrosionsschäden, Mulden- und Lochfraß führen. Das Trinkwasser kann verunreinigen, Armaturen verstopfen und Haushaltsgeräte verschmutzen. Hinter dem Hauswasserzähler ist darum ein zertifizierter Wasserfilter einzubauen.

## Stagnationsarme Installation

Die Leitungsführung und die Anordnung der Entnahmestellen sind so zu planen, dass ein höchstmöglicher Wasseraustausch gewährleistet ist. Ein kleinstmöglicher Gleichzeitigkeitsfaktor soll gewählt werden, um kleine Nennweiten zu erreichen. Einzelzuleitungen sollen so kurz wie möglich sein.

## Zirkulation

Entsprechend DVGW-Arbeitsblatt W 551 sind Zirkulationsleitungen in Leitungsabschnitten mit mehr als 3 Litern Wasserinhalt erforderlich. Die Wassertemperatur im System darf bei Zirkulationsbetrieb um nicht mehr als 5 K gegenüber der Warmwasseraustrittstemperatur des Trinkwassererwärmers absinken. Die Zirkulationspumpe oder elektrische Begleitheizung kann bei hygienisch einwandfreien Verhältnissen zur Energieeinsparung bis zu 8 Stunden pro Tag abgeschaltet werden. Es ist darauf zu achten, dass eine Fließgeschwindigkeit von max. 0,5 m/s nicht überschritten wird.

## Korrosionswahrscheinlichkeit

Um eine spätere Beeinträchtigung der Trinkwasserbeschaffenheit durch Korrosion und eine damit verbundene Schädigung des Rohrsystems zu verhindern, muss entsprechend VDI 6023 vor Beginn der Arbeiten eine aktuelle Wasseranalyse nach DIN 50930-6 und DIN EN 12502-2 auf Korrosionswahrscheinlichkeit hin überprüft werden. Der örtliche Wasserversorger stellt auf Anfrage die erforderlichen Angaben zur Verfügung. Bei Eigenwasserversorgung (bspw. Brunnenwasser) ist eine Wasseranalyse zu erstellen. Im Zweifelsfall ist eine Freigabe für unser Rohrsystem von der IVT Technik einzuholen.

## Druckprüfung und Spülen

Das Leitungssystem ist aus hygienischen Gründen entsprechend VDI 6023 einer Druckprobe mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen (Stickstoff) zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf Seite 59). Eine Prüfung mit Trinkwasser nach DIN 1988 ist zulässig, wenn der bestimmungsgemäße Betrieb sich unmittelbar anschließt (Druckprüfprotokoll auf Seite 61). Erst unmittelbar vor der Inbetriebnahme ist die ***PRINETO*** Trinkwasserinstallation mit mindestens 20-fachem Wasseraustausch mit mindstens 2 m/s durch frisches gefiltertes Trinkwasser (keine Partikel 150 µm) zu spülen. Die Spülung und die Inbetriebnahme des Leitungssystems sowie die Einweisung des Betreibers sind zu protokollieren. Für den Betrieb und die Instandhaltung ist danach der Betreiber verantwortlich. Das in der DIN 1988 bzw. EN 806 beschriebene intermittierende Spülen mit einem Luft- Wassergemisch ist eine Alternative zum Spülen mit reinem Trinkwasser. Es liegt im Ermessen des Installateurs, ob dieses relativ aufwändige Verfahren auch bei einer neuen ***PRINETO*** Installation anzuwenden ist, die frei von gröberen Verunreinigungen und Installationsrückständen ist. Ein gründliches Spülen mit Trinkwasser ist jedoch auf jeden Fall erforderlich!

## Außenkorrosion

Vor Außenkorrosion sind ***PRINETO*** Fittings unter Umständen zu schützen (z. B. ammoniakhaltige Luft bei Installationen in Viehstallungen!). Ammoniak, Amine, Ammoniumsalze, Schwefeldioxid usw. können Spannungsrisskorrosion auslösen. Darum müssen Dämm- und Dichtstoffe nitritfrei sein und dürfen einen Massenanteil an Ammoniak von 0,2 % nicht überschreiten. Dies ist bei Verwendung unserer vorgedämmten Rohre gewährleistet. Können die Fittings längere Zeit mit Feuchtigkeit in Berührung kommen (z. B. erdverlegte Leitungen), sind sie wasserabsperrend zu isolieren.

## Betrieb mit Durchlauferhitzern

Einige Hersteller von elektrischen Durchlauferhitzern zur Warmwasserbereitung raten von einer Kombination ihrer Produkte mit Kunststoffrohren ab. In der Regel betrifft dies die älteren Baureihen sowie einige hydraulisch gesteuerte Durchlauferhitzer. Ein Strömungssensor regelt dabei die Erwärmung des durchfließenden Wassers, je nachdem ob eine Warmwasserzapfstelle geöffnet oder geschlossen wird. Bei diesen Geräten kann es durch minimale Abschaltverzögerungen des Heizvorganges zum Nachheizen und damit zu kurzzeitig extremen Druck- und Temperaturerhöhungen kommen, welche die zulässigen Einsatzparameter der ***PRINETO*** Rohre überschreiten. Von diesen Geräten raten wir demzufolge in Verbindung mit ***PRINETO*** Rohren ab. Empfohlen werden vorwiegend elektronisch gesteuerte Geräte, die für den Einsatz mit Kunststoffrohren geeignet sind.

# Allgemeine Grundlagen

## Betrieb mit elektrischen Begleitheizungen

***PRINETO*** Rohre sind für den Einsatz mit elektrischen Begleitheizungen geeignet. Die maximale Temperatur des Heizbandes darf 90 °C nicht überschreiten. Beachten Sie dazu die Angaben des Heizbandherstellers. Zur optimalen Wärmeübertragung empfehlen wir, das Heizband mit Aluminiumklebeband auf dem Rohr vollflächig zu befestigen.

## Fließregel bei Mischinstallation

Die Fließregel besagt, dass in Trinkwasser-Flussrichtung unedlere Metalle vor edleren Metallen zu installieren sind. Dies verhindert die Zerstörung der unedleren Metalle durch elektrochemische Korrosion. Werden beispielsweise Teile einer bestehenden Trinkwasseranlage aus verzinktem Stahl, einem unedlen Metall, durch ***PRINETO*** Rohre und Fittings aus Sondermessing, einem edlen Metall, ersetzt, entsteht eine Mischinstallation. Dies ist nach DIN 1988 Teil 7 bzw. EN 806-4 zulässig und entspricht den anerkannten Regeln der Technik. Wir empfehlen, die Menge der Fittings in diesen Anlagenteilen so gering wie möglich zu halten und eine unnötige Zirkulation des Warmwassers zu vermeiden.

## Desinfektion

Zur Dekontamination von ***PRINETO*** Trinkwassersystemen empfehlen wir entsprechend DVGW-Arbeitsblatt W 551 eine thermische Desinfektion bei Temperaturen ab 70 °C. Eine kontinuierliche Desinfektion von ***PRINETO*** Trinkwassersystemen mit Chlor nach W 551 ist nur in Einklang mit der gültigen Trinkwasserverordnung 2001 möglich. Danach darf nach Abschluss der Trinkwasseraufbereitung der Gehalt an freiem Chlor den Maximalwert von 0,3 mg/l nicht überschreiten.
Die einmalige Desinfektion eines ***PRINETO*** Trinkwassersystems mit Chlordioxid, welches vor Ort hergestellt und exakt dosiert wird, ist entsprechend den DVGW-Arbeitsblättern W 291 und W 224 in Abstimmung mit der IVT Technik möglich. Dieses Verfahren ist der Desinfektion mit freiem Chlor vorzuziehen, da es weniger korrosiv ist.

## Regenwasser

Die Beschaffenheit und chemische Zusammensetzung der Regenwässer unterliegt regionalen und industriellen Einflüssen und kann dadurch in einer großen Bandbreite schwanken. Wir empfehlen den Einsatz des ***PRINETO*** Rohrsystems erst ab pH-Wert 6,5 und größer. Die Beurteilung der Parameter korrosionsfördernder Inhaltsstoffe wie Chlorid, Nitrat, Sulfat, Nitrit und Ammoniak sowie der Säurehaltigkeit ist erforderlich.

## Enthärtung/Entmineralisierung

Beim Enthärten von Wasser mittels Ionentauscher werden die Kationen $Ca^{2+}$ und $Mg^{2+}$ aus dem Wasser beseitigt und durch $Na^{+}$-Ionen ersetzt. Dieses Verfahren ist für ***PRINETO*** Systeme zulässig, wenn das Ausgangswasser der Trinkwasserverordnung entspricht. Durch Umkehrosmose enthärtetes Wasser darf nicht verwendet werden. Vollentmineralisiertes Wasser (VE-Wasser) ist durch Umkehrosmose entsalztes Wasser (Natrium-Entzug) aus Enthärtungsanlagen, das praktisch frei von Salzen und Ionen ist, jedoch weiterhin gelöste Gase enthält. Durch das Fehlen der Mineralstoffe wird das Ausbilden einer Schutzschicht auf der Fittinginnenseite verhindert, was zu einem Flächenabtrag des Materials führt. Dieses Wasser darf in ***PRINETO*** Systemen nicht verwendet werden.

## Füllmengen von ***PRINETO*** Rohren

| | |
|---|---|
| Sanitärrohr | |
| PE-X 16 16 x 2,2: | 0,11 l/lfdm |
| PE-X 20 20 x 2,0: | 0,16 l/lfdm |
| PE-X 25 25 x 3,5: | 0,25 l/lfdm |
| PE-X 32 32 x 4,4: | 0,42 l/lfdm |
| Stabil-Rohr | |
| Stabil 14 14 x 2,0: | 0,08 l/lfdm |
| Stabil 16 17 x 2,8: | 0,11 l/lfdm |
| Stabil 20 21 x 3,4: | 0,16 l/lfdm |
| Stabil 25 26 x 4,0: | 0,25 l/lfdm |
| Stabil 32 33 x 4,9: | 0,42 l/lfdm |
| Stabil 40 42 x 4,6: | 0,86 l/lfdm |
| Stabil 50 52 x 5,6: | 1,31 l/lfdm |
| Stabil 63 63 x 6,0: | 2,04 l/lfdm |

# Druckprüfung von **PRINETO** Trinkwasserinstallationen



## Prüfung mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen

Trinkwasser-Anlagen sind nach VDI 6023 Blatt 1 einer Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen bzw. nach DIN EN 806-4 einer Druckprüfung mit Trinkwasser zu unterziehen. Beides sind sowohl Dichtheits- als auch Belastungsprüfungen und sie werden bei unverdeckten Leitungen durchgeführt. Die Prüfung ist zu protokollieren und vom Auftraggeber und Ausführenden zu unterzeichnen. Beide Druckprüfungen gelten als Nebenleistungen und werden nicht gesondert ausgeschrieben und werksvertraglich vereinbart (vgl. DIN 18381). Eine Prüfung mit Trinkwasser ist nur zulässig, wenn sich der bestimmungsgemäße Betrieb der Trinkwasseranlage durch den Betreiber unmittelbar anschließt.

Die Druckprüfung besteht aus einer separaten Dichtigkeits- und einer Belastungsprüfung mit unterschiedlichen Prüfdrucken. Die Dichtheitsprüfung ist folgendermaßen durchzuführen:

1. Einteilung der Leitungsanlage in kleinere Prüfungsabschnitte.
2. Es ist eine Sichtkontrolle der Rohrverbindungen durchzuführen.
3. Trinkwassererwärmer, Armaturen, Apparate und Druckbehälter müssen vor der Prüfung von den Rohrleitungen getrennt werden.
4. Die Leitungsöffnungen werden durch metallene Stopfen oder Blindflansche, PN 3, direkt verschlossen.
5. Geschlossene Absperreinrichtungen gelten nicht als dichte Verschlüsse.
6. Vor Ort leitet ein Fachmann die Prüfung und ist dafür verantwortlich.
7. Der Prüfdruck der Dichtheitsprüfung beträgt 150 mbar. Prüfdruck in der Trinkwasserinstallation langsam aufbauen, Temperaturabgleich und Beharrungszustand abwarten und nach Stabilisierung des Drucks ggf. Prüfdruck wiederherstellen.
8. Das Druckmessgerät muss eine Genauigkeit im Anzeigebereich von 1 mbar, dies entspricht 10 mm Wassersäule, aufweisen (z. B. U-Rohr Manometer).
9. Die Prüfdauer beträgt bis 100 Liter Leitungsvolumen mindestens 120 Minuten. Je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 20 Minuten zu erhöhen.
10. Falls während der Prüfzeit ein Druckabfall auftritt, liegt eine Undichtheit im System vor. Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist festzustellen. Nach Behebung des Mangels ist eine erneute Dichtheitsprüfung durchzuführen.
11. Wurde keine Undichtheit festgestellt, Sichtprüfung und Dichtheit der Trinkwasserinstallation im Druckprüfprotokoll notieren.

Bei der Belastungsprüfung sollen durch das Aufbringen eines Druckes von max. 3 bar auf das Leitungssystem Fehler gefunden werden, die zu einem Bruch oder Auseinandergleiten von Verbindungen führen können.

1. Der Prüfdruck beträgt bis einschließlich DN 50 max. 3 bar und über DN 50 max. 1 bar.
2. Die Prüfdauer beträgt mindestens 10 Minuten.
3. Prüfdruck in der Trinkwasserinstallation langsam aufbauen, Temperaturabgleich und Beharrungszustand abwarten und nach Stabilisierung des Drucks ggf. Prüfdruck wiederherstellen.
4. Das Manometer muss eine Genauigkeit im Anzeigenbereich von 0,1 bar aufweisen.
5. Falls während der Prüfzeit ein Druckabfall auftritt, liegt eine Undichtheit im System vor. Der Druck ist aufrecht zu erhalten und die undichte Stelle ist festzustellen. Nach Behebung des Mangels ist eine erneute Dichtheitsprüfung durchzuführen.
6. Wurde keine Undichtheit festgestellt, Sichtprüfung und Dichtheit der Trinkwasserinstallation im Druckprüfprotokoll notieren.

**HINWEIS**

Prüfdruck und bei der Prüfung entstehender Druckverlauf lassen keine ausreichenden Aussagen über die Dichtheit der Anlage zu. Aus diesem Grund ist die komplette Trinkwasserinstallation, wie in den Normen gefordert, mittels Lecksuchmittel und Sichtkontrolle auf Dichtheit zu prüfen.

**ACHTUNG**

Nur Lecksuchmittel mit aktueller DVGW-Zertifizierung verwenden (z.B. schaumbildende Mittel). Bei Einsatz von PPSU-Fittings muss das Lecksuchmittel zusätzlich eine Herstellerfreigabe für den Werkstoff „PPSU“ besitzen.

# Druckprüfung von **PRINETO** Trinkwasserinstallationen



## Druckprüfprotokoll nach VDI 6023 für **PRINETO** Trinkwasserinstallationen

**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Prüfabschnitt

Werkstoff des Rohrleitungssystems _____

Verbindungsart _____ Temperatur Umgebung _____ °C
Anlagendruck _____ bar Temperatur Prüfmedium _____ °C

Prüfmedium ☐ ölfreie Druckluft ☐ Stickstoff ☐ Kohlendioxid ☐ _____

Anlage geprüft ☐ die Gesamtanlage ☐ in ____ Teilabschnitten

☐ Alle Leitungen sind mit metallenen Stopfen, Kappen, Steckscheiben oder Blindflanschen geschlossen. Apparate, Druckbehälter oder Trinkwassererwärmer sind von den Leitungen getrennt. Eine Sichtkontrolle aller Verbindungsstellen auf fachgerechte Ausführung wurde durchgeführt.

## Dichtheitsprüfung

Prüfdruck: 150 mbar

Prüfzeit bis 100 Liter Leitungsvolumen: mind. 120 Minuten (je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 20 Minuten zu erhöhen)

Leitungsvolumen ____ Liter Prüfzeit ____ Min.

Temperaturabgleich und Beharrungszustand wird abgewartet, danach beginnt die Prüfzeit.

☐ Trinkwasserinstallation, inkl. Verbindungsstellen, durch Sichtkontrolle mit Lecksuchmittel auf Dichtheit geprüft.

## Belastungsprüfung mit erhöhtem Druck

Prüfdruck bis einschließlich DN 50: 3 bar
Prüfdruck über DN 50: 1 bar
Prüfzeit: mind. 10 Min.

Temperaturabgleich und Beharrungszustand wird abgewartet, danach beginnt die Prüfzeit.

☐ Während der Prüfzeit wurde kein Druckabfall festgestellt.

## Ergebnisse der Prüfung

☐ Trinkwasserinstallation, inkl. Verbindungsstellen, durch Sichtkontrolle mit Lecksuchmittel auf Dichtheit geprüft.

☐ Die komplette Trinkwasserinstallation ist dicht.

Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

# Druckprüfung von **PRINETO** Trinkwasserinstallationen



## Prüfung mit Trinkwasser

Die Werkstoffeigenschaften der Kunststoffrohre führen bei der Druckprüfung zu einer Dehnung des Rohres, wodurch der Druck abfällt. Auch Temperaturänderungen verfälschen das Prüfergebnis. Darum sollte bei der Druckprüfung eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Prüfmediums angestrebt werden und der Ausgangsdruck muss nach der Rohrdehnung mehrmals wiederhergestellt werden.

Die Druckprobe mit Trinkwasser ist folgendermaßen durchzuführen:

1. Das Leitungssystem wird mit frischem Trinkwasser gefüllt. Dabei ist zu beachten, dass die Leitungen luftfrei sind.

2. Vorbereitung der Vorprüfung durch Beaufschlagung des gesamten Systems mit dem Prüfdruck von 1,1 x zulässigen Betriebsdruck (in der Regel 11 bar). Der Ausgangsdruck wird nach 10 Minuten und 20 Minuten wieder hergestellt. Nach weiteren 10 Minuten (30 Minuten seit Beginn) beginnt die Vorprüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!). Die Anlage gilt als dicht, wenn innerhalb von 30 Minuten der Druckabfall kleiner als 0,6 bar ist und keine Undichtheiten festgestellt werden.

3. Direkt nach der Vorprüfung beginnt die Hauptprüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!). Damit entspricht der Hauptprüfdruck dem Enddruck der Vorprüfung. Das Leitungssystem gilt als dicht, wenn nach 2 Stunden der Druckabfall kleiner als 0,2 bar ist und am Leitungssystem keine Undichtheiten festgestellt werden.

Während der Hauptprüfung sind laufend Sichtkontrollen der Verbindungen durchzuführen.

**HINWEIS**

Aus hygienischen Gründen und zur Vermeidung von Korrosionsschäden muss sich unmittelbar an die Druckprüfung mit Trinkwasser die Inbetriebnahme der Trinkwasserinstallation anschließen. Andernfalls muss die Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen durchgeführt werden.

**HINWEIS**

Prüfdruck und bei der Prüfung entstehender Druckverlauf lassen keine ausreichenden Aussagen über die Dichtheit der Anlage zu. Aus diesem Grund ist die komplette Trinkwasserinstallation, wie in den Normen gefordert, durch Sichtkontrolle auf Dichtheit zu prüfen.

# Druckprüfung von **PRINETO** Trinkwasserinstallationen

## Druckprüfprotokoll nach DIN EN 806-4 für **PRINETO** Trinkwasseranlagen

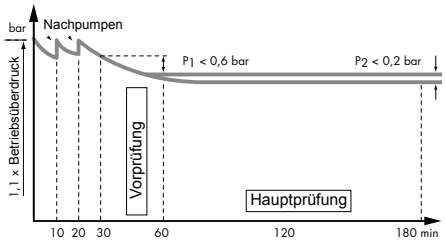
**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Prüfabschnitt

Stabil 14 _____ m
16 x 2,2 _____ m
20 x 2,8 _____ m
25 x 3,5 _____ m
32 x 4,4 _____ m
Stabil 40 _____ m
Stabil 50 _____ m
Stabil 63 _____ m




## Vorprüfung (Dauer 30 Minuten)

Beginn ____ : ____ Ende ____ : ____

Prüfdruck (1,1 x Betriebsdruck) _____ bar
Druck nach 30 Minuten _____ bar
Druck nach 60 Minuten
(Ende Vorprüfung) _____ bar
Druckabfall (max. 0,6 bar): _____ bar

**HINWEIS**

Die Temperatur des Prüfmediums sollte möglichst konstant gehalten werden. Leitungen mit Wasser füllen. Leitungen vollständig entlüften.

## Hauptprüfung (Dauer 2 Stunden)

Beginn ____ : ____ Ende ____ : ____

Prüfdruck Ende der Vorprüfung _____ bar
Prüfdruck nach 2 Stunden _____ bar
Druckabfall (max. 0,2 bar) _____ bar

## Ergebnis der Vor- und Hauptprüfung

Druckprüfung bestanden ☐ ja ☐ nein

Sichtprüfung bestanden ☐ ja ☐ nein

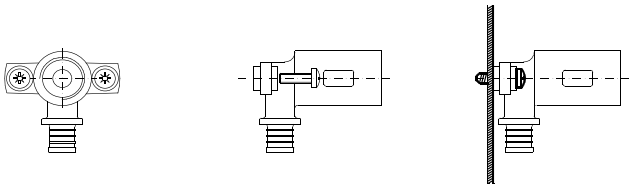
Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

# Verlege- und Montagehinweise



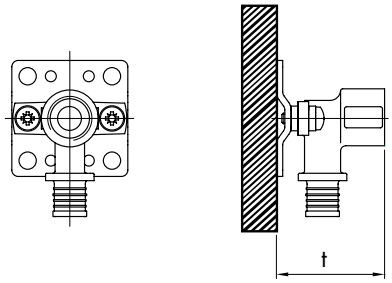
### Halteplatte für Wandwinkel

Die Wandwinkel sind mit Linsenkopfschrauben M5 mit Kreuzschlitz und Schall/Wärmedämmeinlagen bestückt, Die Schraube kann herausgestoßen und durch ein, der Unterlage entsprechendes Befestigungselement ersetzt werden. Für Wandwinkel kurz ändert sich das Maß (t) um die entsprechende Längendifferenz zum Wandwinkel Standard.



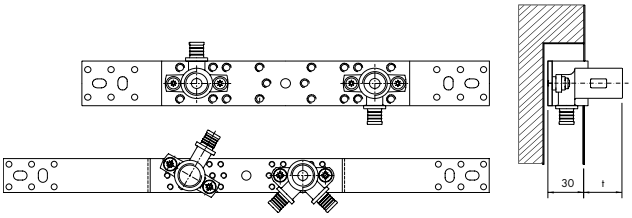
### Halteplatte für Wandwinkel

| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 64 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 64 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 64 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 64 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 52 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 53 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 54 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 59 |



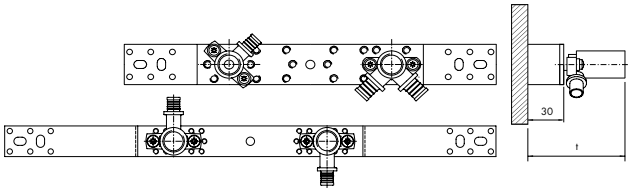

### Schlitz/Nischeninstallation mit Haltern gestuft Halter 70/150, Halter 80/100, Halter 120/150

| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 15 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 16 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 17 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 21 |




### Halteplatte für Wandwinkel

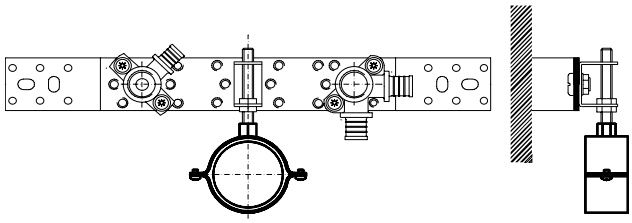
| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 90 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 90 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 90 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 90 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 78 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 79 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 80 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 85 |



# Verlege- und Montagehinweise



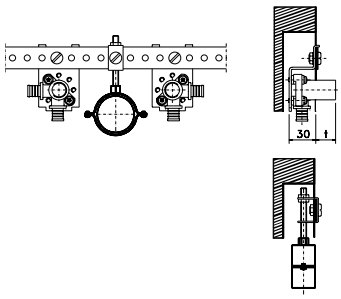
**Halter 70/150 mit U-Teil für Rohrschelle Abfluss**



**Halter 80/400**

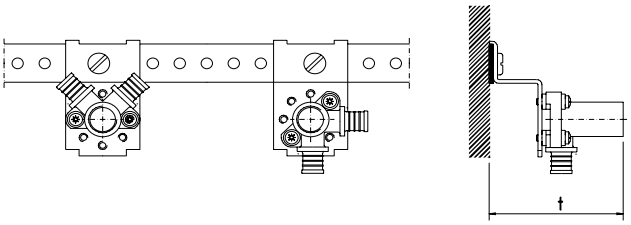
| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 15 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 16 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 17 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 22 |

U-Teil für Rohrschelle Abfluss



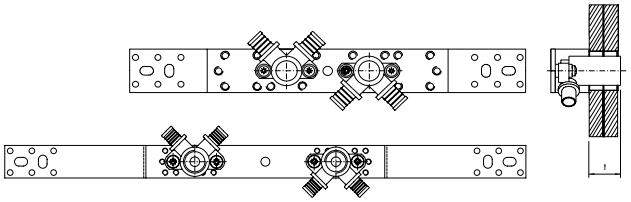

**Halter 80/400**
**ohne U-Teil für Rohrschelle Abfluss**

| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 15 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 16 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 17 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 22 |



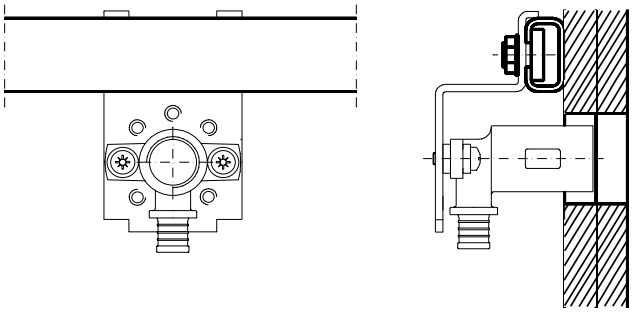

**Leichtbauwandinstallation mit Haltern, Halter 70/150**

| | |
|---|---|
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 16-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel Durchgang 20-Rp 1/2 | t = 27 |
| Wandwinkel 16-Rp 1/2 kurz | t = 15 |
| Wandwinkel 20-Rp 1/2 kurz | t = 16 |
| Wandwinkel 20-Rp 3/4 | t = 17 |
| Wandwinkel 25-Rp 3/4 | t = 22 |



**Halter Z-Teil**

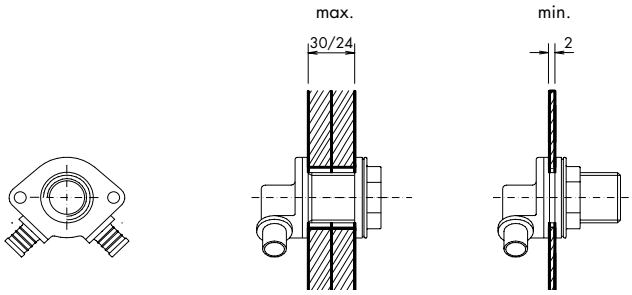
Einzelteil von Halter 80/400
in Leichtbauwand-Tragständer



# Verlege- und Montagehinweise

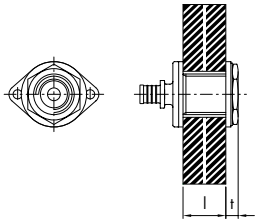


**Leichtbauwand/ Tragständerinstallation mit Wandwinkeln mit Flansch**




**Wanddurchführung mit Sechskantmutter flach**

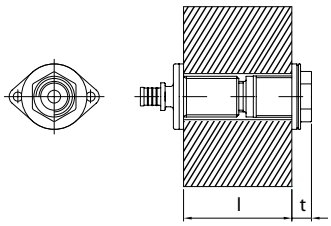
t = 10




**Wanddurchführung mit Verlängerungen**

mit Verlängerung kurz
878 641 251 l = 50-75/43-68

mit Verlängerung lang
878 641 252 l = 74-108/65-100
t = 13




**Wanddurchführung mit montierter Verdrehsicherung**

# Verlege- und Montagehinweise



### ***PRINETO*** **Halter mit Wandwinkel und Dämmhülle**

Die ***PRINETO*** Dämmhülle für Wandwinkel (Art.-Nr. 878 659 030) passt auf alle Rp ½ Wandwinkel, verhindert Wärmeabgabe und Körperschallübertragung.

### ***PRINETO*** **U-Wandwinkel**

***PRINETO*** U-Wandwinkel (Art.Nr. 878 4(6)52 110-130) zum Durchschleifen von Trinkwasseranschlüssen. Hinweis: Eine Warmwasserzirkulation ist in diesem Fall nicht zulässig.

### ***PRINETO*** **Anschlusswinkel für Unterputzspülkasten**

Nach Montage des Eckventils an der Werkbank wird der ***PRINETO*** Anschlusswinkel (Art.Nr. 878 650 130) mit der geschlitzten Sondermutter im Spülkasten befestigt.

# Verlege- und Montagehinweise

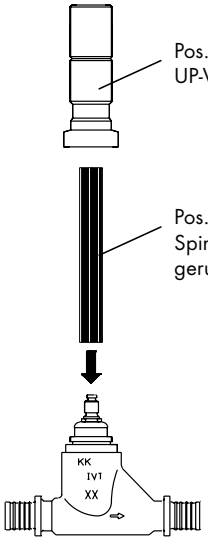
## ***PRINETO*** **Unterputz-Ventil**

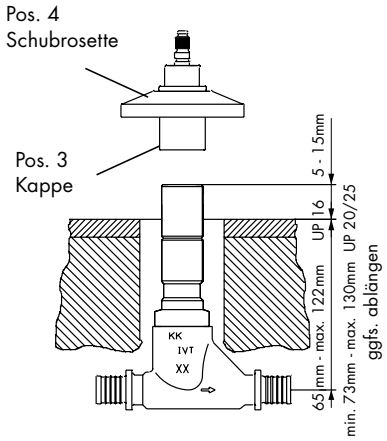
Bei dem ***PRINETO*** Unterputz-Ventil handelt es sich um ein Geradsitzventil als Leitungsarmatur (z. B. in Stockwerksleitungen) mit fester ***PRINETO*** Anschlusskontur zum direkten Anschluss von Sanitär-, Heiz- oder Stabil-Rohren ohne zusätzliche Übergänge. Das ***PRINETO*** Unterputz-Ventil ist für die Sanitär- und Heizungsinstallation bis max. 90 °C (Druckstufe PN 10) unter Putz einsetzbar. Der Ventileinsatz ist nachträglich austauschbar.

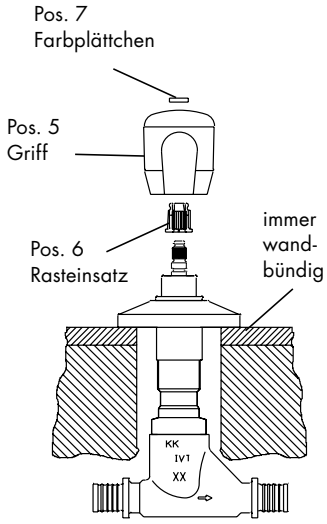
**Lieferumfang:**
Das Unterputzventil besteht aus dem Grundkörper mit Ventileinsatz und Bauschutzkappe. Im Fertigset variabel befindet sich eine Unterputzverlängerung für variable Einbautiefe, Chromrosette und verchromten Kunststoffhandgriff mit Farbplättchen rot und blau.

**Werkstoff Grundkörper:**
Cuphin

**Werkstoff Ventileinsatz:**
Messing, Edelstahl, EPDM




**Rohbau-Installation:**
Nach der Montage des UP-Ventils die Schutzkappe aufstecken.

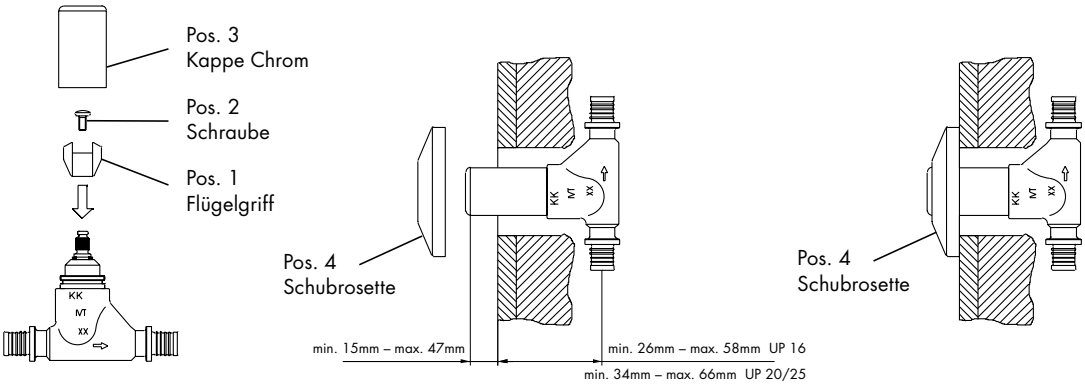
**Fertigmontage:**
- Schutzkappe entfernen.
- Spindelverlängerung (Pos. 1) mit der Innenriffelung auf das Ventiloberteil aufstecken.
- UP-Verlängerung (Pos. 2) aufschrauben und zusammen mit Spindelverlängerung (Pos. 1) ca. 5 – 15 mm vor der Wand ablängen.
- Schubrosette (Pos. 4) bis zum Anschlag auf die vormontierte Kappe (Pos. 3) schieben und mit der UP-Verlängerung bündig zur Wand verschrauben.
- Rasteinsatz (Pos. 6) auf die Spindel der Kappe stecken.
- Griff (Pos. 5) auf Rasteinsatz (Pos. 6) stecken.

# Verlege- und Montagehinweise



## *PRINETO* Unterputz-Ventil Behördenmodell

Das ***PRINETO*** Unterputz-Ventil Behördenmodell kommt überall dort zum Einsatz, wo eine Bedienung für jedermann unerwünscht ist (z. B. Kindergärten, Schulen etc.). Anstelle des Handgriffes wird eine Abdeckkappe aufgeschraubt. Unter dieser Kappe sitzt ein kleiner Flügelhandgriff zur Bedienung. Wenn die max. Standard-Einbautiefe von 58 mm (UP 16) bzw. 66 mm (UP 20/25) überschritten wird, kann die Einbautiefe mit der UP-Verlängerung Behördenmodell (Art.-Nr. 878 680 037) auf bis zu 153 mm (UP 16) bzw. 161 mm (UP 20/25) vergrößert werden. Die Bedienung des Ventils erfolgt dann mit einem breiten Schlitzschraubendreher (bauseits) im Drehaufsatz. Der Flügelgriff wird dann nicht benötigt.




### UP-Ventil Behördenmodell

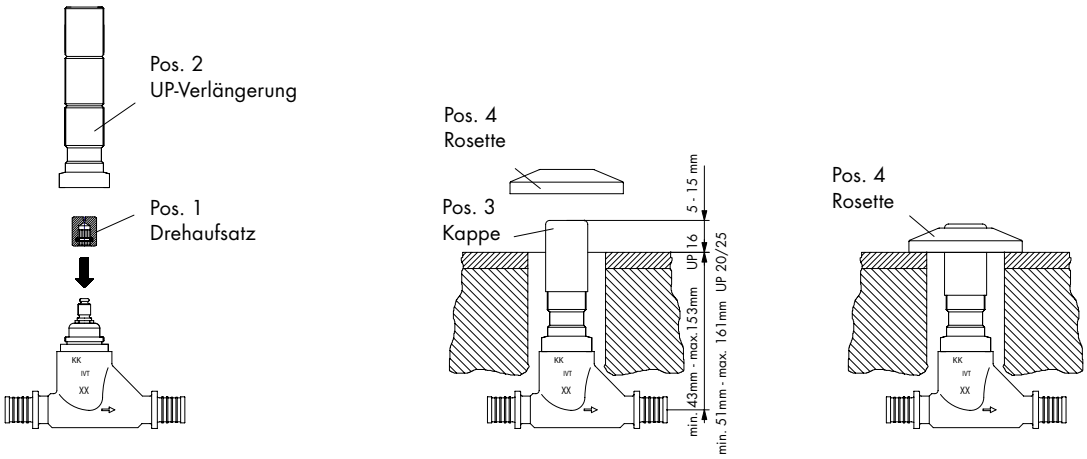
**Rohbau-Installation:**
- Nach der Montage des UP-Ventils die Schutzkappe aufstecken.

**Fertigmontage:**
- Schutzkappe entfernen.
- Flügelgriff (Pos. 1) mit der Innenriffelung auf das Ventiloberteil aufstecken.
- Schraube (Pos. 2) aufschrauben und Kappe (Pos. 3) auf das Oberteil schrauben.
- Schubrosette (Pos. 4) bis zum Anschlag auf die vormontierte Kappe (Pos. 3) schieben.

### UP-Verlängerung für Behördenmodell

**Rohbau-Installation:**
- Nach der Montage des UP-Ventils die Schutzkappe aufstecken.

**Fertigmontage:**
- Schutzkappe entfernen.
- Drehaufsatz (Pos. 1) mit der Innenriffelung auf das Ventiloberteil aufstecken.
- UP-Verlängerung (Pos. 2) auf das Oberteil schrauben und ggf. ablängen.
- Kappe aufschrauben (Pos. 3) und Schubrosette (Pos. 4) bis auf die Wand schieben.



# Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage

Grundlage für die Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage ist die DIN 1988: technische Regeln für Trinkwasserinstallationen (TRWI) sowie zur Ermittlung des Rohrdurchmessers für Warm- und Kaltwasserleitungen die DIN 1988-300 und DIN EN 806 Teile 1 bis 5. DIN EN 1717 ersetzt teilweise DIN 1988 Teil 4.

Ausgangsgröße für die Dimensionierung ist der Mindest-Versorgungsdruck des Wasserversorgungsunternehmens (WVU), der vor Beginn der Planung einzuholen ist.

Die exakte Berechnung und Dimensionierung mit Massenermittlung wird heute üblicherweise mit haustechnischen Planungsprogrammen durchgeführt. Für das ***PRINETO*** System können die Datensätze der Firmen LiNear oder Dendrit verwendet werden.

Die überschlägige Massenermittlung für ein kleines Bauvorhaben ohne aufwändige Planungssoftware ist bis zu einer Größe von 6 Wohneinheiten nach DIN 1988-300 und auch nach EN 806-3 möglich, obwohl die Anwendung dieser Methode kaum Akzeptanz findet.

Die Ermittlung der Rohrdurchmesser beruht auf der Berechnung des im Leitungssystem entstehenden Druckverlustes beim Spitzendurchfluss bzw. dem Volumenstrom für die Zirkulation. Die Rohrdurchmesser aller Teilstrecken des Trinkwassersystems werden entsprechend DIN 1988-300 prinzipiell nach folgendem Vorgehen ermittelt:

1. Ermitteln der Berechnungsdurchflüsse der Entnahmearmaturen und daraus die Summendurchflüsse für jede Teilstrecke bestimmen
2. Ermittlung des Spitzendurchflusses
3. Berechnung der verfügbaren Rohrreibungsdruckgefälle für alle Fließwege
4. Rohrdurchmesser für den ungünstigsten Fließweg wählen
5. Berechnen der neuen verfügbaren Druckgefälle der verbliebenen Fließwege, danach die Rohrdurchmesser für den nächstungünstigen Strömungsweg wählen, bis alle Teilstrecken dimensioniert sind

Bei der Auswahl der Rohrdurchmesser dürfen die maximal rechnerischen Fließgeschwindigkeiten bei gegebenen Spitzendurchflüssen nach Tabelle 1 nicht überschritten werden.

**Tabelle 1:** Maximal rechnerische Fließgeschwindigkeit in Anlehnung an Tabelle 5, DIN 1988-300

| Leitungsabschnitt | **Max. rechnerische Fließgeschwindigkeit bei Fließdauer** | |
|---|---|---|
| | ≤ 15 min | > 15 min |
| Anschlussleitungen | 2 m/s | 2 m/s |
| **Verbrauchsleitungen** | | |
| Teilstrecken mit druckverlustarmen Durchgangsarmaturen ($\zeta < 2{,}5$) * | 5 m/s | 2 m/s |
| Teilstrecken mit Durchgangsarmaturen mit höherem Verlustbeiwert ($\zeta > 2{,}5$) ** | 2,5 m/s | 2 m/s |
| Zirkulationsleitungen *** | 0,2 – 0,5 m/s | |

* Z. B. Kolbenschieber nach DIN 3500, Kugelhahn, Schrägsitzventil nach DIN 3502 (ab DN 20).

** Z. B. Geradsitzventil nach DIN 3512 (***PRINETO*** UP-Ventile).

*** Angabe der empfohlenen Fließgeschwindigkeit. Diese darf unter Umständen maximal 1,0 m/s betragen.

# Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage



## Schritt 1: Berechnungs- und Summendurchfluss

Der Berechnungsdurchfluss ist der für die Auslegung maßgebliche Durchfluss der Entnahmearmatur. Dabei ist ein Mindestfließdruck erforderlich. Grundsätzlich sind die Angaben der Hersteller bezüglich der Berechnungsdurchflüsse und die Mindestfließdrücke der Entnahmearmaturen für die Bemessung der Rohrdurchmesser zu berücksichtigen.

Sollten noch keine Werte der entsprechenden Armaturen bekannt sein, so können die in Tabelle 2 aufgeführten Werte gebräuchlicher Trinkwasserentnahmestellen für die Dimensionierung unter Berücksichtigung der wichtigen Hinweise verwendet werden.

**Tabelle 2:** Mindestfließdrücke und Mindestwerte für den Berechnungsdurchfluss gebräuchlicher Trinkwasserentnahmestellen

| Art der Trinkwasserentnahmestelle | DN | Mindestfließdruck | Berechnungsdurchfluss |
|---|---|---|---|
| | | $p_{minFl}$ [MPa] | $V_R$ [l/s] |
| **Auslaufventile** [a] ohne Strahlregler | 15 | 0,05 | 0,30 |
| | 20 | 0,05 | 0,50 |
| | 25 | 0,05 | 1,00 |
| mit Strahlregler | 10 | 0,10 | 0,15 |
| | 15 | 0,10 | 0,15 |
| **Mischarmaturen** [b, c] **für** Duschwanne | 15 | 0,10 | 0,15 |
| Badewanne | 15 | 0,10 | 0,15 |
| Küchenspüle | 15 | 0,10 | 0,07 |
| Waschbecken | 15 | 0,10 | 0,07 |
| Sitzwaschbecken | 15 | 0,10 | 0,07 |
| **Maschinen für Haushalte** Waschmaschine (nach DIN EN 60456) | 15 | 0,05 | 0,15 |
| **Geschirrspülmaschine** (nach DIN EN 50242) | 15 | 0,05 | 0,07 |
| **WC-Becken und Urinale** Füllventil für Spülkasten (nach DIN EN 14124) | 15 | 0,05 | 0,13 |
| Druckspüler (manuell) für Urinal (nach DIN EN 12541) | 15 | 0,10 | 0,30 |
| Druckspüler (elektronisch) für Urinal (nach DIN EN 15091) | 15 | 0,10 | 0,30 |
| Druckspüler für WC | 20 | 0,12 | 1,00 |

a Ohne angeschlossene Apparate (z. B. Rasensprenger).
b Der angegebene Berechnungsdurchfluss ist für den kalt- und den warmwasserseitigen Anschluss in Rechnung zu stellen.
c Eckventile für z. B. Waschtischarmaturen und S-Anschlüsse für z. B. Dusch- und Badewannenarmaturen sind als Einzelwiderstände oder im Mindestfließdruck der Entnahmearmatur zu berücksichtigen.

# Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage

**WICHTIGE HINWEISE**

**Die Hersteller müssen den Mindestfließdruck und die Berechnungsdurchflüsse auf der Kalt- und auf der Warmwasserseite (bei Mischarmaturen) angeben.** Grundsätzlich sind für die Bemessung der Rohrdurchmesser die Angaben der Hersteller zu berücksichtigen, die zum Teil erheblich von den in dieser Tabelle angegebenen Werten abweichen können. Dabei ist wie folgt vorzugehen:

Liegen die Herstellerangaben für den Mindestfließdruck und den Berechnungsdurchfluss **unter den in der Tabelle genannten Werten,** gibt es zwei Optionen:

Ist die Trinkwasserinstallation aus hygienischen und wirtschaftlichen Gründen für die geringeren Werte zu bemessen, muss dieses Vorgehen mit dem Bauherrn vereinbart und die Auslegungsvoraussetzungen für die Entnahmestellen (Mindestfließdruck, Berechnungsdurchfluss) in die Bemessung aufgenommen werden.

Wird die Trinkwasserinstallation nicht für die geringeren Werte bemessen, sind die Tabellenwerte zu berücksichtigen. Liegen die Herstellerangaben über den in der Tabelle genannten Werten, muss die Trinkwasserinstallation mit den Herstellerwerten bemessen werden.

## Summendurchfluss

Der Summendurchfluss stellt die Summe der Berechnungsdurchflüsse für die entsprechenden Teilstrecken dar. Zur Ermittlung des Summendurchflusses werden die Berechnungsdurchflüsse entgegen der Fließrichtung, beginnend an der entferntesten Entnahmestelle, bis zur jeweiligen Teilstrecke aufsummiert. Dieses Vorgehen endet üblicherweise am Hauswasserzähler. Die jeweilige Teilstrecke beginnt mit dem Formstück, an dem sich der Summendurchfluss, der Durchmesser oder der Rohrwerkstoff ändert.

Es sind bei der Berechnung grundsätzlich alle Entnahmestellen mit den Berechnungsdurchflüssen zu berücksichtigen. Von diesem Fall sind jedoch Nutzungseinheiten ausgenommen, wie ein zweites Waschbecken, eine Duschwanne zusätzlich zur Badewanne, ein Sitzwaschbecken neben einem Urinal oder Zapfventile in Vorräumen von Toilettenanlagen.

**HINWEIS**

An der Abzweigungsstelle der Kaltwasserleitung zum Trinkwassererwärmer addieren sich die Summendurchflüsse der Kalt- und Warmwasserseite.

**ACHTUNG**

Dauerdurchflüsse mit einer Fließdauer von mehr als 15 Minuten sind separat aufzuführen. Bei der Berechnung des Spitzendurchflusses dürfen diese Armaturen, wie bspw. Gartenauslaufventile nicht mit eingerechnet werden. Ein Rasensprenger kann unter Umständen stundenlang in Betrieb sein.

# Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage



### Schritt 2: Spitzendurchfluss

Da es sehr unwahrscheinlich ist, dass alle Entnahmearmaturen gleichzeitig geöffnet sind, werden aus den Summendurchflüssen für Warm- und Kaltwasser sogenannte Spitzendurchflüsse gebildet, welche die nutzungsabhängige Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme berücksichtigt. Für Berechnungsdurchflüsse bis 500 l/s wird der Spitzendurchfluss wie folgt berechnet:

$$\dot{V}_S = a\,(\Sigma\,\dot{V}_R)^b - c$$

Gleichung 1

Dabei ist $V_S$ der Spitzendurchfluss, $V_R$ der vorher ermittelte Berechnungsdurchfluss, und a, b und c sind Konstanten, um unterschiedliche Nutzungen zu berücksichtigen. Diese Konstanten sind in Tabelle 3 aufgeführt.

**Tabelle 3:** Konstanten zur Ermittlung des Spitzendurchflusses nach DIN 1988-300

| Gebäudetyp | Konstante | | |
|---|---|---|---|
| | a | b | c |
| **Wohngebäude** | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| **Bettenhaus im Krankenhaus** | 0,75 | 0,44 | 0,18 |
| **Hotel** | 0,70 | 0,48 | 0,13 |
| **Schule** | 0,91 | 0,31 | 0,38 |
| **Verwaltungsgebäude** | 0,91 | 0,31 | 0,38 |
| **Einrichtung für betreutes Wohnen, Seniorenheim** | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| **Pflegeheim** | 1,40 | 0,14 | 0,92 |

**HINWEIS**

Als Nutzungseinheit wird ein Raum mit einer wohnungsähnlichen Nutzung definiert und dadurch charakterisiert, dass maximal zwei Entnahmestellen zugleich geöffnet sind. Daher entspricht der Spitzendurchfluss in jeder Teilstrecke einer Nutzungseinheit maximal der Summe der beiden größten Verbraucher. Durch das Anschließen weiterer Nutzungseinheiten werden die entsprechenden Spitzendurchflüsse addiert, sofern das Ergebnis des Spitzendurchflusses nach oben aufgeführter Gleichung nicht geringer sein sollte.

Neben der Ausnahme der Dauerverbraucher sind weitere Ausnahmen für Reihenanlagen und Sonderbauten wie Gewerbe- und Industrieanlagen definiert. So gilt, dass die Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme mit dem Betreiber festzulegen ist und ausgehend vom Summendurchfluss zu berechnen ist. Die Spitzendurchflüsse anderer Teilbereiche sind zu addieren, wenn sie gleichzeitig auftreten können.

### Schritt 3: Verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle

Mit der Berechnung des Druckgefälles für jeden Fließweg wird im Regelfall direkt hinter dem Hauswasserzähler begonnen. Berücksichtigt wird der Weg bis zur jeweiligen Entnahmestelle. Das Rohrreibungsdruckgefälle beschreibt den längenbezogenen Druckverlust aus der Rohrreibung. Für das verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle $R_V$ gilt:

$$R_V = \frac{\left(1 - \frac{a}{100}\right)}{l_{ges}} \Delta p_{ges.v}$$

Gleichung 2

Dabei ist a der Einzelwiderstandsanteil und beträgt erfahrungsgemäß in Wohngebäuden zwischen 40 % und 60 %. $l_{ges}$ ist die jeweilige Gesamtlänge des Fließwegs zwischen Hauswasserzähler bis zur Entnahmearmatur. $\Delta p_{ges.v}$ ist die verfügbare Druckdifferenz und setzt sich wie folgt zusammen:

$$\Delta p_{ges.v} = p_{minWZ} - \Delta p_{geo} - \Sigma \Delta p_{Ap} - \Sigma \Delta p_{RV} - p_{minFl}$$

Gleichung 3

Dabei ist:

| | |
|---|---|
| $p_{minWZ}$ | der Mindestdruck nach dem Hauswasserzähler |
| $\Delta p_{geo}$ | der Druckverlust durch den geodätischen Höhenunterschied |
| $\Delta p_{Ap}$ | der Druckverlust in einem Apparat |
| $\Delta p_{RV}$ | der Druckverlust im Rückflussverhinderer |
| $p_{minFl}$ | der Mindestfließdruck der Armatur bei entsprechendem Durchfluss |

Der Mindestdruck nach dem Hauswasserzähler beruht auf den vom WVU anzugebenden Mindestversorgungsdruck. Für den Druckverlust in der Hausanschlussleitung gilt im Regelfall ein Druckverlust von 200 hPa und für den Wasserzähler 650 hPa. Somit kann in diesem Fall für den Mindestdruck der Mindestversorgungsdruck um 850 hPa reduziert werden.

### Schritt 4: Rohrdurchmesser für den ungünstigsten Fließweg wählen

Als ungünstigster Fließweg gilt derjenige, dessen Rohrreibungsdruckgefälle am geringsten ist. Der Rohrdurchmesser ist bei diesem Fließweg für jede Teilstrecke unter Berücksichtigung der vorher berechneten Spitzendurchflüssen zu ermitteln. Dabei soll das entstehende Druckgefälle dem Wert des Rohrreibungsdruckgefälles möglichst nahe kommen, dieses jedoch nicht übersteigen. Weiterhin ist auch der Druckverlust, welcher durch Fittings entsteht, zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung des Rohrdurchmessers sind die maximal rechnerischen Fließgeschwindigkeiten der Tabelle 1 zu beachten.

Werte der Einzelwiderstände für häufig eingesetzte Fittings sind auf der Seite 41 aufgeführt. Rohrreibungswiderstände für die einzelnen Dimensionen sind auf den folgenden Seiten je nach Durchflussmenge und Strömungsgeschwindigkeit aufgeführt. Dabei sind die Widerstandswerte bei 10 °C für Kaltwasserleitungen und bei 60 °C getrennt zu verwenden.

# Planung und Dimensionierung der Trinkwasseranlage



### Schritt 5: Rohrdurchmesser für weitere Teilstrecken wählen

Für die hydraulisch günstigeren Fließwege (mit einem größeren Rohrreibungsdruckgefälle) bleiben bereits ermittelte Rohrdimensionen bestehen. Mit dem noch zur Verfügung stehenden Druckgefälle werden analog die weiteren Teilstrecken dimensioniert. Damit wird ein möglichst geringer Wasserinhalt im Rohrsystem bei sicher gestellter Druckversorgung erreicht.

**HINWEIS**

Um in einer Ringleitung eine möglichst gleichmäßige hygienische Durchströmung zu erzielen, ist eine Nennweite im Ring zu wählen. Dazu wird die gleichzeitige Entnahme der beiden größten Verbraucher im Ring zur Ermittlung der verfügbaren Druckdifferenz berücksichtigt. Die Gleichung 3 wird in diesem Fall um den Druckverlust in der Ringleitung $\Delta p_{Ring}$ ergänzt.

# Rohrreibungswiderstände



Rohrreibungswiderstände der Dimension 16 x 2,2
[Sanitärrohr 16, Stabil-Rohr 16]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,01 | 0,09 | 0,23 | 0,17 |
| 0,02 | 0,19 | 0,76 | 0,58 |
| 0,03 | 0,28 | 1,55 | 1,18 |
| 0,04 | 0,38 | 2,57 | 1,96 |
| 0,05 | 0,47 | 3,79 | 2,89 |
| 0,06 | 0,57 | 5,22 | 3,98 |
| 0,07 | 0,66 | 6,83 | 5,22 |
| 0,08 | 0,76 | 8,63 | 6,59 |
| 0,09 | 0,85 | 10,61 | 8,01 |
| 0,10 | 0,95 | 12,75 | 9,74 |
| 0,11 | 1,04 | 15,07 | 11,50 |
| 0,12 | 1,14 | 17,55 | 13,40 |
| 0,13 | 1,23 | 20,18 | 15,41 |
| 0,14 | 1,32 | 22,98 | 17,55 |
| 0,15 | 1,42 | 25,93 | 19,80 |
| 0,16 | 1,51 | 29,03 | 22,16 |
| 0,17 | 1,61 | 32,28 | 24,64 |
| 0,18 | 1,70 | 35,67 | 27,24 |
| 0,19 | 1,80 | 39,21 | 29,94 |
| 0,20 | 1,89 | 42,89 | 32,75 |
| 0,21 | 1,99 | 46,72 | 35,67 |
| 0,22 | 2,08 | 50,68 | 38,70 |
| 0,23 | 2,18 | 54,78 | 41,83 |
| 0,24 | 2,27 | 59,02 | 45,06 |
| 0,25 | 2,37 | 63,39 | 48,40 |
| 0,26 | 2,46 | 67,89 | 51,84 |
| 0,27 | 2,55 | 72,52 | 55,38 |

Rohrreibungswiderstände der Dimension 20 x 2,8
[Sanitärrohr 20, Stabil-Rohr 20]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,01 | 0,06 | 0,08 | 0,06 |
| 0,02 | 0,12 | 0,27 | 0,21 |
| 0,03 | 0,18 | 0,56 | 0,42 |
| 0,04 | 0,25 | 0,92 | 0,70 |
| 0,05 | 0,31 | 1,36 | 1,04 |
| 0,06 | 0,37 | 1,87 | 1,43 |
| 0,07 | 0,43 | 2,45 | 1,87 |
| 0,08 | 0,49 | 3,09 | 2,36 |
| 0,09 | 0,55 | 3,80 | 2,90 |
| 0,10 | 0,61 | 4,57 | 3,49 |
| 0,11 | 0,68 | 5,40 | 4,12 |
| 0,12 | 0,74 | 6,28 | 4,80 |
| 0,13 | 0,80 | 7,23 | 5,52 |
| 0,14 | 0,86 | 8,23 | 6,28 |
| 0,15 | 0,92 | 9,28 | 7,09 |
| 0,16 | 0,98 | 10,39 | 7,94 |
| 0,17 | 1,04 | 11,56 | 8,82 |
| 0,18 | 1,11 | 12,77 | 9,75 |
| 0,19 | 1,17 | 14,04 | 10,72 |
| 0,20 | 1,23 | 15,36 | 11,73 |
| 0,21 | 1,29 | 16,73 | 12,77 |
| 0,22 | 1,35 | 18,15 | 13,86 |
| 0,23 | 1,41 | 19,61 | 14,98 |
| 0,24 | 1,47 | 21,13 | 16,13 |
| 0,25 | 1,54 | 22,70 | 17,33 |
| 0,26 | 1,60 | 24,31 | 18,56 |
| 0,27 | 1,66 | 25,97 | 19,83 |
| 0,28 | 1,72 | 27,67 | 21,13 |
| 0,29 | 1,78 | 29,43 | 22,47 |
| 0,30 | 1,84 | 31,23 | 23,84 |
| 0,31 | 1,90 | 33,07 | 25,25 |
| 0,32 | 1,96 | 34,96 | 26,69 |
| 0,33 | 2,03 | 36,89 | 28,17 |
| 0,34 | 2,09 | 38,87 | 29,68 |
| 0,35 | 2,15 | 40,89 | 31,23 |
| 0,36 | 2,21 | 42,96 | 32,80 |
| 0,37 | 2,27 | 45,07 | 34,41 |
| 0,38 | 2,33 | 47,22 | 36,06 |
| 0,39 | 2,39 | 49,42 | 37,74 |
| 0,40 | 2,46 | 51,66 | 39,45 |
| 0,41 | 2,52 | 53,94 | 41,19 |

# Rohrreibungswiderstände

Rohrreibungswiderstände der Dimension 25 x 3,5 [Sanitärrohr 25, Stabil-Rohr 25]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,01 | 0,039 | 0,028 | 0,021 |
| 0,02 | 0,079 | 0,095 | 0,072 |
| 0,03 | 0,118 | 0,192 | 0,147 |
| 0,04 | 0,157 | 0,318 | 0,243 |
| 0,05 | 0,196 | 0,470 | 0,359 |
| 0,06 | 0,236 | 0,647 | 0,494 |
| 0,07 | 0,275 | 0,848 | 0,647 |
| 0,08 | 0,314 | 1,071 | 0,817 |
| 0,09 | 0,354 | 1,316 | 1,005 |
| 0,10 | 0,393 | 1,582 | 1,208 |
| 0,11 | 0,432 | 1,869 | 1,427 |
| 0,12 | 0,472 | 2,177 | 1,662 |
| 0,13 | 0,511 | 2,504 | 1,912 |
| 0,14 | 0,550 | 2,851 | 2,177 |
| 0,15 | 0,589 | 3,217 | 2,456 |
| 0,16 | 0,629 | 3,601 | 2,750 |
| 0,17 | 0,668 | 4,004 | 3,057 |
| 0,18 | 0,707 | 4,425 | 3,379 |
| 0,19 | 0,747 | 4,865 | 3,714 |
| 0,20 | 0,786 | 5,321 | 4,063 |
| 0,21 | 0,825 | 5,796 | 4,425 |
| 0,22 | 0,865 | 6,287 | 4,801 |
| 0,23 | 0,904 | 6,796 | 5,189 |
| 0,24 | 0,943 | 7,321 | 5,590 |
| 0,25 | 0,982 | 7,864 | 6,004 |
| 0,26 | 1,022 | 8,422 | 6,431 |
| 0,27 | 1,061 | 8,997 | 6,870 |
| 0,28 | 1,100 | 9,589 | 7,321 |
| 0,29 | 1,140 | 10,196 | 7,785 |
| 0,30 | 1,179 | 10,819 | 8,261 |
| 0,31 | 1,218 | 11,458 | 8,749 |
| 0,32 | 1,258 | 12,113 | 9,249 |
| 0,33 | 1,297 | 12,783 | 9,760 |
| 0,34 | 1,336 | 13,468 | 10,284 |
| 0,35 | 1,375 | 14,169 | 10,819 |
| 0,36 | 1,415 | 14,885 | 11,366 |
| 0,37 | 1,454 | 15,616 | 11,924 |
| 0,38 | 1,493 | 16,362 | 12,494 |
| 0,39 | 1,533 | 17,123 | 13,075 |
| 0,40 | 1,572 | 17,899 | 13,667 |
| 0,41 | 1,611 | 18,690 | 14,270 |
| 0,42 | 1,650 | 19,495 | 14,885 |
| 0,43 | 1,690 | 20,314 | 15,511 |
| 0,44 | 1,729 | 21,148 | 16,148 |
| 0,45 | 1,768 | 21,996 | 16,795 |

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,46 | 1,808 | 22,859 | 17,454 |
| 0,47 | 1,847 | 23,735 | 18,123 |
| 0,48 | 1,886 | 24,626 | 18,803 |
| 0,49 | 1,926 | 25,531 | 19,494 |
| 0,50 | 1,965 | 26,450 | 20,196 |
| 0,51 | 2,004 | 27,383 | 20,908 |
| 0,52 | 2,043 | 28,329 | 21,631 |
| 0,53 | 2,083 | 29,289 | 22,364 |
| 0,54 | 2,122 | 30,263 | 23,108 |
| 0,55 | 2,161 | 31,251 | 23,862 |
| 0,56 | 2,201 | 32,252 | 24,626 |
| 0,57 | 2,240 | 33,266 | 25,401 |
| 0,58 | 2,279 | 34,295 | 26,186 |
| 0,59 | 2,319 | 35,336 | 26,981 |
| 0,60 | 2,358 | 36,391 | 27,786 |
| 0,61 | 2,397 | 37,459 | 28,602 |
| 0,62 | 2,436 | 38,540 | 29,427 |
| 0,63 | 2,476 | 39,634 | 30,263 |
| 0,64 | 2,515 | 40,742 | 31,109 |

# Rohrreibungswiderstände



Rohrreibungswiderstände der Dimension 32 x 4,4 [Sanitärrohr 32, Stabil-Rohr 32]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,10 | 0,237 | 0,474 | 0,362 |
| 0,20 | 0,473 | 1,594 | 1,217 |
| 0,21 | 0,497 | 1,736 | 1,326 |
| 0,22 | 0,520 | 1,883 | 1,438 |
| 0,23 | 0,544 | 2,036 | 1,554 |
| 0,24 | 0,568 | 2,193 | 1,675 |
| 0,25 | 0,591 | 2,356 | 1,799 |
| 0,26 | 0,615 | 2,523 | 1,926 |
| 0,27 | 0,639 | 2,695 | 2,058 |
| 0,28 | 0,662 | 2,872 | 2,193 |
| 0,29 | 0,686 | 3,054 | 2,332 |
| 0,30 | 0,710 | 3,241 | 2,475 |
| 0,31 | 0,733 | 3,432 | 2,621 |
| 0,32 | 0,757 | 3,628 | 2,770 |
| 0,33 | 0,781 | 3,829 | 2,924 |
| 0,34 | 0,804 | 4,035 | 3,081 |
| 0,35 | 0,828 | 4,244 | 3,241 |
| 0,36 | 0,852 | 4,459 | 3,405 |
| 0,37 | 0,875 | 4,678 | 3,572 |
| 0,38 | 0,899 | 4,901 | 3,743 |
| 0,39 | 0,923 | 5,129 | 3,917 |
| 0,40 | 0,946 | 5,362 | 4,094 |
| 0,41 | 0,970 | 5,599 | 4,275 |
| 0,42 | 0,994 | 5,840 | 4,459 |
| 0,43 | 1,017 | 6,085 | 4,646 |
| 0,44 | 1,041 | 6,335 | 4,837 |
| 0,45 | 1,065 | 6,589 | 5,031 |
| 0,46 | 1,088 | 6,847 | 5,228 |
| 0,47 | 1,112 | 7,110 | 5,429 |
| 0,48 | 1,135 | 7,377 | 5,633 |
| 0,49 | 1,159 | 7,648 | 5,840 |
| 0,50 | 1,183 | 7,923 | 6,050 |
| 0,51 | 1,206 | 8,203 | 6,263 |
| 0,52 | 1,230 | 8,486 | 6,480 |
| 0,53 | 1,254 | 8,774 | 6,699 |
| 0,54 | 1,277 | 9,065 | 6,922 |
| 0,55 | 1,301 | 9,361 | 7,148 |
| 0,56 | 1,325 | 9,661 | 7,377 |
| 0,57 | 1,348 | 9,965 | 7,609 |
| 0,58 | 1,372 | 10,273 | 7,844 |
| 0,59 | 1,396 | 10,585 | 8,082 |
| 0,60 | 1,419 | 10,901 | 8,324 |
| 0,61 | 1,443 | 11,221 | 8,568 |
| 0,62 | 1,467 | 11,545 | 8,815 |

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,63 | 1,490 | 11,873 | 9,065 |
| 0,64 | 1,514 | 12,204 | 9,319 |
| 0,65 | 1,538 | 12,540 | 9,575 |
| 0,66 | 1,561 | 12,880 | 9,834 |
| 0,67 | 1,585 | 13,223 | 10,097 |
| 0,68 | 1,609 | 13,570 | 10,362 |
| 0,69 | 1,632 | 13,922 | 10,630 |
| 0,70 | 1,656 | 14,277 | 10,901 |
| 0,71 | 1,680 | 14,635 | 11,175 |
| 0,72 | 1,703 | 14,998 | 11,452 |
| 0,73 | 1,727 | 15,364 | 11,732 |
| 0,74 | 1,751 | 15,735 | 12,014 |
| 0,75 | 1,774 | 16,109 | 12,300 |
| 0,76 | 1,798 | 16,486 | 12,588 |
| 0,77 | 1,821 | 16,868 | 12,880 |
| 0,78 | 1,845 | 17,253 | 13,174 |
| 0,79 | 1,869 | 17,642 | 13,471 |
| 0,80 | 1,892 | 18,035 | 13,770 |
| 0,81 | 1,916 | 18,431 | 14,073 |
| 0,82 | 1,940 | 18,831 | 14,379 |
| 0,83 | 1,963 | 19,235 | 14,687 |
| 0,84 | 1,987 | 19,642 | 14,998 |
| 0,85 | 2,011 | 20,053 | 15,312 |
| 0,86 | 2,034 | 20,468 | 15,628 |
| 0,87 | 2,058 | 20,886 | 15,948 |
| 0,88 | 2,082 | 21,308 | 16,270 |
| 0,89 | 2,105 | 21,734 | 16,595 |
| 0,90 | 2,129 | 22,163 | 16,923 |
| 0,91 | 2,153 | 22,596 | 17,253 |
| 0,92 | 2,176 | 23,032 | 17,586 |
| 0,93 | 2,200 | 23,472 | 17,922 |
| 0,94 | 2,224 | 23,915 | 18,261 |
| 0,95 | 2,247 | 24,362 | 18,602 |
| 0,96 | 2,271 | 24,813 | 18,946 |
| 0,97 | 2,295 | 25,267 | 19,293 |
| 0,98 | 2,318 | 25,725 | 19,642 |
| 0,99 | 2,342 | 26,186 | 19,994 |
| 1,00 | 2,366 | 26,650 | 20,349 |
| 1,01 | 2,389 | 27,118 | 20,706 |
| 1,02 | 2,413 | 27,590 | 21,066 |
| 1,03 | 2,437 | 28,065 | 21,429 |
| 1,04 | 2,460 | 28,544 | 21,795 |
| 1,05 | 2,484 | 29,026 | 22,163 |
| 1,06 | 2,507 | 29,511 | 22,533 |

# Rohrreibungswiderstände

Rohrreibungswiderstände der Dimension 42 x 4,6 [Stabil-Rohr 40]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,10 | 0,117 | 0,089 | 0,068 |
| 0,20 | 0,234 | 0,299 | 0,228 |
| 0,25 | 0,292 | 0,442 | 0,337 |
| 0,30 | 0,351 | 0,608 | 0,464 |
| 0,35 | 0,409 | 0,796 | 0,608 |
| 0,40 | 0,468 | 1,006 | 0,768 |
| 0,45 | 0,526 | 1,236 | 0,944 |
| 0,50 | 0,585 | 1,486 | 1,135 |
| 0,55 | 0,643 | 1,756 | 1,341 |
| 0,60 | 0,702 | 2,045 | 1,561 |
| 0,65 | 0,760 | 2,352 | 1,796 |
| 0,70 | 0,818 | 2,678 | 2,045 |
| 0,75 | 0,877 | 3,021 | 2,307 |
| 0,80 | 0,935 | 3,382 | 2,583 |
| 0,85 | 0,994 | 3,761 | 2,872 |
| 0,90 | 1,052 | 4,157 | 3,174 |
| 0,95 | 1,111 | 4,569 | 3,489 |
| 1,00 | 1,169 | 4,998 | 3,817 |
| 1,02 | 1,193 | 5,175 | 3,951 |
| 1,04 | 1,216 | 5,353 | 4,088 |
| 1,06 | 1,239 | 5,535 | 4,226 |
| 1,08 | 1,263 | 5,719 | 4,367 |
| 1,10 | 1,286 | 5,906 | 4,509 |
| 1,12 | 1,309 | 6,095 | 4,654 |
| 1,14 | 1,333 | 6,287 | 4,800 |
| 1,16 | 1,356 | 6,481 | 4,948 |
| 1,18 | 1,380 | 6,678 | 5,099 |
| 1,20 | 1,403 | 6,877 | 5,251 |
| 1,22 | 1,426 | 7,079 | 5,405 |
| 1,24 | 1,450 | 7,283 | 5,561 |
| 1,26 | 1,473 | 7,490 | 5,719 |
| 1,28 | 1,497 | 7,699 | 5,879 |
| 1,30 | 1,520 | 7,911 | 6,040 |
| 1,32 | 1,543 | 8,125 | 6,204 |
| 1,34 | 1,567 | 8,342 | 6,369 |
| 1,36 | 1,590 | 8,561 | 6,537 |
| 1,38 | 1,613 | 8,782 | 6,706 |
| 1,40 | 1,637 | 9,006 | 6,877 |
| 1,42 | 1,660 | 9,233 | 7,050 |
| 1,44 | 1,684 | 9,462 | 7,224 |
| 1,46 | 1,707 | 9,693 | 7,401 |
| 1,48 | 1,730 | 9,926 | 7,579 |
| 1,50 | 1,754 | 10,162 | 7,759 |
| 1,52 | 1,777 | 10,401 | 7,941 |

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 1,54 | 1,801 | 10,641 | 8,125 |
| 1,56 | 1,824 | 10,884 | 8,311 |
| 1,58 | 1,847 | 11,130 | 8,498 |
| 1,60 | 1,871 | 11,377 | 8,687 |
| 1,62 | 1,894 | 11,627 | 8,878 |
| 1,64 | 1,917 | 11,880 | 9,071 |
| 1,66 | 1,941 | 12,134 | 9,265 |
| 1,68 | 1,964 | 12,391 | 9,461 |
| 1,70 | 1,988 | 12,651 | 9,659 |
| 1,72 | 2,011 | 12,912 | 9,859 |
| 1,74 | 2,034 | 13,176 | 10,061 |
| 1,76 | 2,058 | 13,442 | 10,264 |
| 1,78 | 2,081 | 13,711 | 10,469 |
| 1,80 | 2,105 | 13,982 | 10,676 |
| 1,82 | 2,128 | 14,255 | 10,884 |
| 1,84 | 2,151 | 14,530 | 11,094 |
| 1,86 | 2,175 | 14,807 | 11,306 |
| 1,88 | 2,198 | 15,087 | 11,520 |
| 1,90 | 2,221 | 15,369 | 11,735 |
| 1,92 | 2,245 | 15,653 | 11,952 |
| 1,94 | 2,268 | 15,940 | 12,171 |
| 1,96 | 2,292 | 16,228 | 12,391 |
| 1,98 | 2,315 | 16,519 | 12,613 |
| 2,00 | 2,338 | 16,812 | 12,837 |
| 2,02 | 2,362 | 17,108 | 13,063 |
| 2,04 | 2,385 | 17,405 | 13,290 |
| 2,06 | 2,409 | 17,705 | 13,519 |
| 2,08 | 2,432 | 18,007 | 13,749 |
| 2,10 | 2,455 | 18,311 | 13,981 |
| 2,12 | 2,479 | 18,617 | 14,215 |
| 2,14 | 2,502 | 18,926 | 14,451 |

# Rohrreibungswiderstände



Rohrreibungswiderstände der Dimension 52 x 5,65 [Stabil-Rohr 50]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,10 | 0,076 | 0,032 | 0,024 |
| 0,20 | 0,152 | 0,108 | 0,082 |
| 0,30 | 0,228 | 0,219 | 0,167 |
| 0,40 | 0,304 | 0,363 | 0,277 |
| 0,50 | 0,381 | 0,536 | 0,409 |
| 0,60 | 0,457 | 0,738 | 0,563 |
| 0,70 | 0,533 | 0,966 | 0,738 |
| 0,80 | 0,609 | 1,220 | 0,932 |
| 0,90 | 0,685 | 1,500 | 1,145 |
| 1,00 | 0,761 | 1,803 | 1,377 |
| 1,05 | 0,799 | 1,964 | 1,500 |
| 1,10 | 0,837 | 2,131 | 1,627 |
| 1,15 | 0,875 | 2,303 | 1,759 |
| 1,20 | 0,913 | 2,481 | 1,894 |
| 1,25 | 0,951 | 2,665 | 2,035 |
| 1,30 | 0,989 | 2,854 | 2,179 |
| 1,35 | 1,028 | 3,049 | 2,328 |
| 1,40 | 1,066 | 3,249 | 2,481 |
| 1,45 | 1,104 | 3,455 | 2,638 |
| 1,50 | 1,142 | 3,666 | 2,800 |
| 1,55 | 1,180 | 3,883 | 2,965 |
| 1,60 | 1,218 | 4,105 | 3,134 |
| 1,65 | 1,256 | 4,332 | 3,308 |
| 1,70 | 1,294 | 4,564 | 3,485 |
| 1,75 | 1,332 | 4,802 | 3,666 |
| 1,80 | 1,370 | 5,044 | 3,852 |
| 1,85 | 1,408 | 5,292 | 4,041 |
| 1,90 | 1,446 | 5,545 | 4,234 |
| 1,95 | 1,484 | 5,803 | 4,431 |
| 2,00 | 1,522 | 6,066 | 4,632 |
| 2,05 | 1,560 | 6,334 | 4,836 |
| 2,10 | 1,598 | 6,606 | 5,044 |
| 2,15 | 1,636 | 6,884 | 5,256 |
| 2,20 | 1,675 | 7,167 | 5,472 |
| 2,25 | 1,713 | 7,454 | 5,692 |
| 2,30 | 1,751 | 7,747 | 5,915 |
| 2,32 | 1,766 | 7,865 | 6,005 |
| 2,34 | 1,781 | 7,984 | 6,096 |
| 2,36 | 1,796 | 8,104 | 6,188 |
| 2,38 | 1,812 | 8,224 | 6,280 |
| 2,40 | 1,827 | 8,346 | 6,372 |
| 2,42 | 1,842 | 8,468 | 6,465 |
| 2,44 | 1,857 | 8,590 | 6,559 |

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 2,46 | 1,872 | 8,714 | 6,654 |
| 2,48 | 1,888 | 8,838 | 6,749 |
| 2,50 | 1,903 | 8,964 | 6,844 |
| 2,52 | 1,918 | 9,089 | 6,940 |
| 2,54 | 1,933 | 9,216 | 7,037 |
| 2,56 | 1,949 | 9,343 | 7,134 |
| 2,58 | 1,964 | 9,472 | 7,232 |
| 2,60 | 1,979 | 9,600 | 7,330 |
| 2,62 | 1,994 | 9,730 | 7,429 |
| 2,64 | 2,009 | 9,860 | 7,529 |
| 2,66 | 2,025 | 9,991 | 7,629 |
| 2,68 | 2,040 | 10,123 | 7,730 |
| 2,70 | 2,055 | 10,256 | 7,831 |
| 2,72 | 2,070 | 10,389 | 7,933 |
| 2,74 | 2,086 | 10,523 | 8,035 |
| 2,76 | 2,101 | 10,658 | 8,138 |
| 2,78 | 2,116 | 10,794 | 8,241 |
| 2,80 | 2,131 | 10,930 | 8,345 |
| 2,82 | 2,146 | 11,067 | 8,450 |
| 2,84 | 2,162 | 11,204 | 8,555 |
| 2,86 | 2,177 | 11,343 | 8,661 |
| 2,88 | 2,192 | 11,482 | 8,767 |
| 2,90 | 2,207 | 11,622 | 8,874 |
| 2,92 | 2,223 | 11,763 | 8,981 |
| 2,94 | 2,238 | 11,904 | 9,089 |
| 2,96 | 2,253 | 12,046 | 9,198 |
| 2,98 | 2,268 | 12,189 | 9,307 |
| 3,00 | 2,283 | 12,332 | 9,416 |
| 3,02 | 2,299 | 12,477 | 9,527 |
| 3,04 | 2,314 | 12,622 | 9,637 |
| 3,06 | 2,329 | 12,767 | 9,748 |
| 3,08 | 2,344 | 12,914 | 9,860 |
| 3,10 | 2,360 | 13,061 | 9,973 |
| 3,12 | 2,375 | 13,209 | 10,085 |
| 3,14 | 2,390 | 13,357 | 10,199 |
| 3,16 | 2,405 | 13,506 | 10,313 |
| 3,18 | 2,420 | 13,656 | 10,427 |
| 3,20 | 2,436 | 13,807 | 10,542 |
| 3,22 | 2,451 | 13,958 | 10,658 |
| 3,24 | 2,466 | 14,110 | 10,774 |
| 3,26 | 2,481 | 14,263 | 10,891 |
| 3,28 | 2,497 | 14,417 | 11,008 |
| 3,30 | 2,512 | 14,571 | 11,126 |

# Rohrreibungswiderstände

Rohrreibungswiderstände der Dimension 63 x 6,0 [Stabil-Rohr 63]

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 0,10 | 0,049 | 0,011 | 0,009 |
| 0,20 | 0,098 | 0,038 | 0,029 |
| 0,30 | 0,147 | 0,077 | 0,059 |
| 0,40 | 0,196 | 0,127 | 0,097 |
| 0,50 | 0,245 | 0,188 | 0,143 |
| 0,60 | 0,294 | 0,259 | 0,197 |
| 0,70 | 0,343 | 0,339 | 0,259 |
| 0,80 | 0,392 | 0,428 | 0,327 |
| 0,90 | 0,441 | 0,526 | 0,401 |
| 1,00 | 0,490 | 0,632 | 0,483 |
| 1,10 | 0,538 | 0,747 | 0,570 |
| 1,20 | 0,587 | 0,870 | 0,664 |
| 1,30 | 0,636 | 1,000 | 0,764 |
| 1,40 | 0,685 | 1,139 | 0,870 |
| 1,50 | 0,734 | 1,285 | 0,981 |
| 1,60 | 0,783 | 1,439 | 1,099 |
| 1,70 | 0,832 | 1,600 | 1,222 |
| 1,80 | 0,881 | 1,768 | 1,350 |
| 1,90 | 0,930 | 1,944 | 1,484 |
| 2,00 | 0,979 | 2,126 | 1,624 |
| 2,05 | 1,004 | 2,220 | 1,695 |
| 2,10 | 1,028 | 2,316 | 1,768 |
| 2,15 | 1,052 | 2,413 | 1,843 |
| 2,20 | 1,077 | 2,512 | 1,918 |
| 2,25 | 1,101 | 2,613 | 1,995 |
| 2,30 | 1,126 | 2,715 | 2,073 |
| 2,35 | 1,150 | 2,820 | 2,153 |
| 2,40 | 1,175 | 2,925 | 2,234 |
| 2,45 | 1,199 | 3,033 | 2,316 |
| 2,50 | 1,224 | 3,142 | 2,399 |
| 2,55 | 1,248 | 3,253 | 2,484 |
| 2,60 | 1,273 | 3,365 | 2,570 |
| 2,65 | 1,297 | 3,479 | 2,657 |
| 2,70 | 1,322 | 3,595 | 2,745 |
| 2,75 | 1,346 | 3,712 | 2,835 |
| 2,80 | 1,371 | 3,831 | 2,925 |
| 2,85 | 1,395 | 3,952 | 3,017 |
| 2,90 | 1,420 | 4,074 | 3,111 |
| 2,95 | 1,444 | 4,198 | 3,205 |
| 3,00 | 1,469 | 4,323 | 3,301 |
| 3,05 | 1,493 | 4,450 | 3,398 |
| 3,10 | 1,518 | 4,578 | 3,496 |
| 3,15 | 1,542 | 4,708 | 3,595 |

| V [l/s] | v [m/s] | R [mbar/m] | |
|---|---|---|---|
| | | 10 °C | 60 °C |
| 3,20 | 1,566 | 4,840 | 3,695 |
| 3,25 | 1,591 | 4,973 | 3,797 |
| 3,30 | 1,615 | 5,108 | 3,900 |
| 3,35 | 1,640 | 5,244 | 4,004 |
| 3,40 | 1,664 | 5,381 | 4,109 |
| 3,45 | 1,689 | 5,521 | 4,215 |
| 3,50 | 1,713 | 5,661 | 4,323 |
| 3,55 | 1,738 | 5,804 | 4,432 |
| 3,60 | 1,762 | 5,948 | 4,541 |
| 3,65 | 1,787 | 6,093 | 4,652 |
| 3,70 | 1,811 | 6,240 | 4,764 |
| 3,75 | 1,836 | 6,388 | 4,878 |
| 3,80 | 1,860 | 6,538 | 4,992 |
| 3,85 | 1,885 | 6,689 | 5,107 |
| 3,90 | 1,909 | 6,842 | 5,224 |
| 3,95 | 1,934 | 6,996 | 5,342 |
| 4,00 | 1,958 | 7,152 | 5,461 |
| 4,05 | 1,983 | 7,309 | 5,581 |
| 4,10 | 2,007 | 7,468 | 5,702 |
| 4,15 | 2,032 | 7,628 | 5,824 |
| 4,20 | 2,056 | 7,789 | 5,948 |
| 4,25 | 2,080 | 7,952 | 6,072 |
| 4,30 | 2,105 | 8,117 | 6,198 |
| 4,35 | 2,129 | 8,283 | 6,324 |
| 4,40 | 2,154 | 8,450 | 6,452 |
| 4,45 | 2,178 | 8,619 | 6,581 |
| 4,50 | 2,203 | 8,789 | 6,711 |
| 4,55 | 2,227 | 8,960 | 6,842 |
| 4,60 | 2,252 | 9,134 | 6,974 |
| 4,65 | 2,276 | 9,308 | 7,107 |
| 4,70 | 2,301 | 9,484 | 7,241 |
| 4,75 | 2,325 | 9,661 | 7,377 |
| 4,80 | 2,350 | 9,840 | 7,513 |
| 4,85 | 2,374 | 10,020 | 7,651 |
| 4,90 | 2,399 | 10,201 | 7,789 |
| 4,95 | 2,423 | 10,384 | 7,929 |
| 5,00 | 2,448 | 10,568 | 8,070 |
| 5,05 | 2,472 | 10,754 | 8,211 |
| 5,10 | 2,497 | 10,941 | 8,354 |
| 5,15 | 2,521 | 11,129 | 8,498 |

**PRINETO** Heizungsinstallation


## Allgemeine Grundlagen für **PRINETO** Heizungsinstallationen S. 81

- Installation S. 82
- Heißwasserzusätze S. 82
- Außenkorrosion S. 82

## **PRINETO** Heizkörperanbindung S. 83

- Rohrverlegung S. 83
- Heizkörperanbindung aus dem Boden S. 84
- Heizkörperanbindung aus der Wand S. 85
- Heizkörperanbindung aus der Sockelleiste S. 86
- Anschluss mit Kreuzungs-T-Stück oder Kreuzungs-T-Stück 16 L S. 87
- Anschluss wechselseitig mit T-Stück V15 für Sockelleiste S. 88
- Anschluss mit Kreuzungs-T-Stück V15 für die Sockelleistenmontage S. 88

## Druckprüfung der Heizungs-installationen S. 90

- Allgemeine Grundlagen S. 90
- Druckprüfprotokoll S. 91

## Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage S. 92

- Allgemeine Grundlagen S. 92
- Vereinfachtes Verfahren zur Rohrnetzauslegung S. 93
- Druckverlustberechnung im Rohrnetz S. 96
- Druckverlusttabellen S. 98

# Allgemeine Grundlagen

Bei der Planung, Installation und beim Betrieb von Heizungsanlagen in Gebäuden sind unter anderem folgende Normen und Verordnungen zu beachten:

- DIN 4726 Rohrleitungen aus Kunststoffen
- DIN EN 1254 Kupfer und Kupferlegierungen-Fittings
- DIN EN 12831 Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast von Gebäuden
- DIN EN 12828 Heizungssysteme in Gebäude-Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen
- DIN EN 14336 Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen
- DIN 18380 Heizanlagen und zentrale Wasser-erwärmungsanlagen
- DIN V 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen
- EnEV Energieeinsparverordnung
- DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR), Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen
- DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
- VDI 2035 Vermeidung von Schäden in Warmwasser-heizungsanlagen

Mit dem ***PRINETO*** Rohrleitungssystem lässt sich die Heizkörperanbindung sowohl bei der Altbausanierung als auch bei der Neubauinstallation realisieren. Grundsätzlich kommen hierfür alle Verlegearten in Betracht. Der Einbau der Rohrleitungen kann als Einrohrsystem (Hahnblöcke mit Bypass erforderlich, nicht im IVT Sortiment) und Zweirohrsystem als Ringleitung, Verteilersystem oder System der kürzesten Verlegung erfolgen. Wenn in der Altbausanierung zur Rohrverlegung der Rohfußboden nicht zur Verfügung steht, empfiehlt sich die Verlegung in der Sockelleiste.

Alle im Heizungsbereich verwendeten Kunststoffrohre müssen nach DIN 4726 sauerstoffdiffusionsdicht sein. Die Norm fordert einen flächenbezogenen Grenzwert für die Sauerstoffdiffusion von 0,32 g/m$^2$ und Tag bei 40 °C (Anwendungsklasse 4) bzw. 3,6 mg/m$^2$ und Tag bei 80 °C (Anwendungsklasse 5).

Die ***PRINETO*** Heizrohre unterschreiten diesen Wert. Die Stabil-Rohre sind 100 % sauerstoffdiffusionsdicht nach DIN 4726.

Für die Heizungsinstallation können alle Fittings des Trinkwasserinstallationssystems verwendet werden (z. B. T-Stücke, Winkel etc.). Darüber hinaus stehen eine ganze Reihe von Spezialfittings zur Verfügung. Diese sind aus hochwertigem Messing gefertigt und nur für die Heizungsinstallation geeignet. Kreuzungs-T-Stücke beispielsweise würden in Trinkwasserinstallationen wie ein Wärmetauscher wirken und das Kaltwasser unzulässig erwärmen. Auch vernickelte Fittings sind entsprechend DVGW-Vorgaben nicht mehr für die Trinkwasserinstallation zugelassen, können im Heizungsbereich jedoch eingesetzt werden. Zum Übergang auf Eurokonus-Bauteile (z. B. Hahnblöcke) stehen folgende Bauteile zur Verfügung:

- Klemmverschraubungen für Stabil-Rohre (z. B. extrem knapper Heizkörperanschluss Typ 12 aus der Wand heraus an Eckhahnblock, kein Platz für Schiebehülse und Werkzeug).
- Weichdichtende Anschlussverschraubung für Metallrohre (z. B. für alle Anschlussbögen).
- Übergangsverschraubungen V-Euro (Rohr mit Schiebehülsenverbindung am Fitting verpresst).

**TIPP**

Wir empfehlen, überall, wo möglich, den Einsatz der Übergangsverschraubungen V-Euro, da diese unempfindlich gegenüber den Temperaturschwankungen im Heizbetrieb sind. Das Rohrmaterial in Klemmverschraubungen kann sich unter Umständen entspannen und zur Lockerung des Überwurfs führen. Dies ist bei fachgerechter Verarbeitung der V-Euro Übergänge ausgeschlossen. Ein späteres „Nachziehen", wie bei den Klemmverschraubungen erforderlich, ist bei der Übergangsverschraubung V-Euro nicht nötig.

# Allgemeine Grundlagen



## Installation

Im Betrieb hervorgerufene Längendehnungen und die daraus resultierenden Kräfte müssen durch den Einbau von Biegeschenkeln und Festpunkten berücksichtigt werden (vgl. Längenänderung und Biegeschenkel, S. 20). Aussparungen und Schlitze sind im Mauerwerk nur zulässig, wenn sie nicht die Standfestigkeit beeinträchtigen. In der Regel ist ein statischer Nachweis erforderlich.

Aufgrund der geringeren Längenausdehnung bei Erwärmung empfehlen wir die Verwendung von ***PRINETO*** Stabil-Rohren bei Aufputz verlegten Verteilleitungen oder im Steigschacht. Dafür stehen Rohre bis zur Dimension 63 zur Verfügung (128 kW bei 15 K Spreizung und 1,0 m/s), mit denen direkt vom Heizkessel aus bis hin zur Heizfläche alles installiert werden kann.

## Heizwasserzusätze

***PRINETO*** Rohre und wasserberührte Teile der Fittings sind beständig gegenüber Heizungswasser und eventueller Zusätze.

Das ***PRINETO*** Rohrleitungssystem ist für die Durchflussmedien Ethylen- (Ethandiol) und Propylenglykol geeignet. Als Korrosions- und Frostschutzmittel empfehlen wir:

- Antifrogen N (Ethylenglykol, Stoffklasse 3 nach DIN 1988-4) oder
- Antifrogen L (Propylenglykol, Stoffklasse 3 nach DIN 1988-4, für Lebensmittelsektor geeignet).

Die Herstellerangaben bezüglich des Anwendungszweckes und der richtigen Dosierung sind zu beachten (Clariant GmbH, 65926 Frankfurt a.M.).

## Außenkorrosion

Vor Außenkorrosion sind ***PRINETO*** Fittings unter Umständen zu schützen (z. B. Installationen in Viehstallungen – ammoniakhaltige Luft!). Ammoniak, Amine, Ammoniumsalze oder Schwefeldioxid usw. können Spannungsrisskorrosion auslösen. Darum müssen Dämmstoffe nitritfrei sein und dürfen einen Massenanteil an Ammoniak von 0,2 % nicht überschreiten. Dies ist bei Verwendung unserer vorgedämmten Rohre gewährleistet. Können die Fittings längere Zeit mit Feuchtigkeit in Berührung kommen (z. B. bei erdverlegten Leitungen), sind sie wasserabsperrend zu isolieren.

Nach der Installation ist das Leitungsystem einer Druckprobe nach DIN 18380 oder DIN EN 14336 zu unterziehen.

**HINWEIS**

Bei Verwendung von ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stücken ist darauf zu achten, dass Vor- und Rücklauf der Rohrleitungen gemeinsam abgedrückt werden!

# ***PRINETO*** Heizkörperanbindung



## Rohrverlegung

***PRINETO*** Stichleitung
Einzelanbindung vom Verteiler aus.

**Eigenschaften:** wenig Fittings, viel Rohr, jede Zuleitung separat absperrbar.

**HINWEIS**

Anschlussbögen sind mit ***PRINETO*** Festpunktklammern zu fixieren. Sind Anschlussleitungen länger als 4 m, muss direkt vor dem HK-Anschluss ein Biegeschenkel gelegt werden.

***PRINETO*** Ringleitung
Rohrverlegung im Randbereich des Raumes unterm Heizkörper.

**Eigenschaften:** wenig Rohr, Anschluss mit ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stücken U oder L mit integrierten Anschlussbögen.

**HINWEIS**

Anschlussbögen sind unbedingt mit dem mitgelieferten Befestigungsmaterial am Rohboden zu fixieren.

***PRINETO*** System der kürzesten Verlegung
Rohrverlegung direkt durch den Raum auf die Heizkörper zu.

**Eigenschaften:** wenig Rohr, Anschluss über ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stücke mit ***PRINETO*** Anschlussbögen oder Stabil-Rohr.

**HINWEIS**

Die Anschlussbögen sind mit ***PRINETO*** Festpunktklammern zu fixieren.

# ***PRINETO*** Heizkörperanbindung



## Heizkörperanbindung aus dem Boden

***PRINETO*** Stabil-Rohr für Zuleitung und Anschluss am Hahnblock, Durchgang

Die Hahnblockanbindung erfolgt mit einem ***PRINETO*** Übergang mit Verschraubung Eurokonus, der ***PRINETO*** Klemmverschraubung für Stabil-Rohr oder dem Übergang Eurokonus mit Anschlussverschraubung, weichdichtend. Die Fixierung der Rohrleitung im Anschlussbereich wird mit Dübelhaken bzw. Bügelschelle innerhalb des Biegeschenkels realisiert.

***PRINETO*** Anschlussbogen-L für Anschluss am Hahnblock, Durchgang, ***PRINETO*** Heizrohr für Zuleitung

Die Anbindung am Hahnblock erfolgt mit der ***PRINETO*** Anschlussverschraubung, weichdichtend. Die Fixierung des Anschlusses erfolgt mit der ***PRINETO*** Festpunktklammer hinter dem Fittingbund. Die Befestigung der Rohrleitung erfolgt mit Dübelhaken.

***PRINETO*** Stabil-Rohr, ***PRINETO*** Heizrohr für Zuleitung und ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stück mit L-Anschlussbogen für Anschluss am Hahnblock, Durchgang

Die Anbindung am Hahnblock erfolgt mit der ***PRINETO*** Anschlussveschraubung, weichdichtend. Die Fixierung des Anschlusses am Rohboden erfolgt mit dem beigefügten Befestigungsmaterial. Die Befestigung der Rohrleitung erfolgt mit Dübelhaken.

# **PRINETO** Heizkörperanbindung

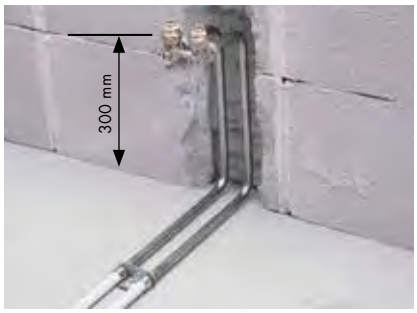


## Heizkörperanbindung aus der Wand

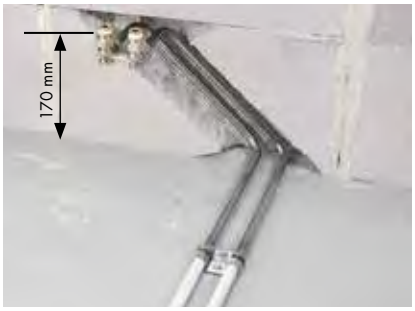
***PRINETO*** Anschlussbogen-U für Anschluss am Hahnblock, ***PRINETO*** Stabil-Rohr (Heizrohr für Zuleitung).

Die Anbindung am Hahnblock erfolgt mit der ***PRINETO*** Anschlussverschraubung, weichdichtend. Die Fixierung des Anschlusses erfolgt mit der ***PRINETO*** Festpunktklammer auf dem Fittingbund. Die Befestigung der Rohrleitung erfolgt mit Dübelhaken. Durch paralleles Drehen der Anschlussbögen im Mauerwerk können verschiedene Einbauhöhen des Heizkörpers realisiert werden.

Der Unterputzanschluss in U-Form kann auch aus ***PRINETO*** Stabil-Rohr gebogen werden. Die Anbindung am Hahnblock erfolgt mit dem ***PRINETO*** Übergang mit Verschraubung Eurokonus oder der Klemmverschraubung Stabil 16. Die Fixierung des Anschlusses erfolgt mit der ***PRINETO*** Festpunktklammer auf der Kupplung.




Unterputzanschluss mit dem ***PRINETO*** Anschlussbogen in U-Form.




Durch Schrägstellen kann die Höhe verändert werden.

***PRINETO*** Stabil-Rohr für Anschluss am Hahnblock, ***PRINETO*** Heizrohr für Zuleitung

Die Anbindung am Hahnblock Eckform erfolgt mit der ***PRINETO*** Anschlussverschraubung, weichdichtend.

***PRINETO*** Heizkörper-Anschlussbox doppelt, Heizkörperhöhe fix

***PRINETO*** Heizkörper-Anschlussbox variabel doppelt, Heizkörperhöhe variabel

***PRINETO*** Heizkörper-Anschlussbox variabel einzeln, Heizkörperhöhe variabel

# ***PRINETO*** Heizkörperanbindung



***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stück mit eingelöteten U-Anschlussbögen: Die Anbindung am Hahnblock erfolgt mit der ***PRINETO*** Anschlussverschraubung, weichdichtend. Die Fixierung des Anschlusses am Rohboden erfolgt mit dem beigefügten Befestigungsmaterial. Die Befestigung der Rohrleitung erfolgt mit Dübelhaken.

***PRINETO*** Stabil-Rohr, ***PRINETO*** Heizrohr für Zuleitung und ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stück mit U-Anschlussbögen für Anschluss am Hahnblock, Eckform.

***PRINETO*** Heizkörper-Anschlussbox Stabil 16 doppelt. Die Anbindung an den Hahnblock erfolgt entweder mit dem Übergang 16 V-Euro oder der Klemmverschraubung Stabil 16 V-Euro.

Das Foto zeigt den engsten Abstand zum direkten Anschluss eines Heizkörpers mit Eckhahnblock und V-Euro mit Schiebehülse. Beträgt der Wandabstand bis Mitte Heizkörperanschluss 75 mm oder mehr, ist dies mit der Parallelschiebezange machbar. Je nach verwendeten Wandkonsolen hat man dieses Abstandsmaß (75 mm) bei Kompaktheizkörpern der Typen 21 und 22. Ab 105 mm kann die KSZ verwendet werden. Ist der Abstand kleiner als 75 mm, muss weiterhin mit Klemmverschraubungen gearbeitet werden (Heizkörper-Typen 10, 11 und 12).

Mit Verwendung der Parallelschiebezange können viele Heizkörper mit Schiebehülsenverbindung und Übergang V-Euro angeschlossen werden, die bisher aus Platzgründen mit Klemmverschraubungen angeschlossen werden mussten. Klemmverschraubungen lockern sich im Betriebs-Temperaturwechsel und sind darum noch einmal nachzuziehen. Die Schiebehülsenverbindung in Verbindung mit dem Übergang V-Euro ist hier deutlich sicherer und bereits nach der Erstmontage dauerhaft dicht (vgl. auch Allgemeine Grundlagen – Tipp).

## Heizkörperanbindung aus der Sockelleiste

Für die Modernisierung der Wohnräume ohne Estrich- und Putzarbeiten im Altbau eignet sich das ***PRINETO*** Sockelleistensystem.

Die Heizkörperanbindung beim Sockelleistensystem erfolgt mit dem ***PRINETO*** T-Stück für Sockelleiste (vgl. S. 88), dem Kreuzungs-T-Stück für Sockelleiste mit S- oder L-Anschlussbogen (vgl. S. 87), oder dem ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stück L (vgl. S. 87).

Alle Heizkörperanschlüsse müssen als Festpunkte mit dem mitgelieferten Montagematerial befestigt werden.

Die ***PRINETO*** Stabil-Rohre 16 und 20 sowie die ***PRINETO*** Sockelleistenfittigs sind unter allen gängigen Sockelleisten einsetzbar. Der Abstand der Sockelleisten-Befestigungen beträgt 0,5 m.

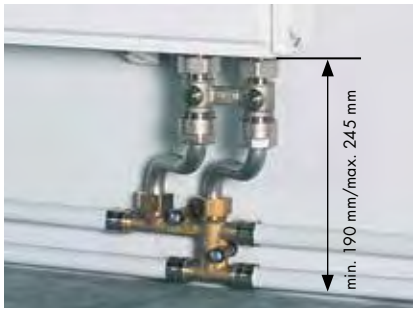
# **PRINETO** Heizkörperanbindung

Rohrleitungsverlauf für das **PRINETO** Sockelleistensystem

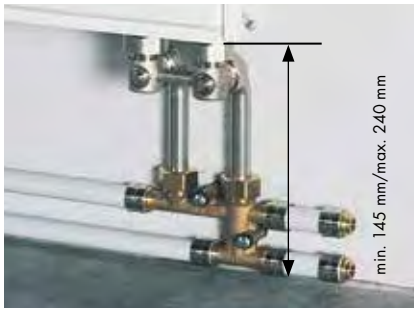
**HINWEIS**

Für das Sockelleistensystem muss, aufgrund der wesentlich geringeren Längenausdehnung bei Erwärmung, ausschließlich **PRINETO** Stabil-Rohr verwendet werden.

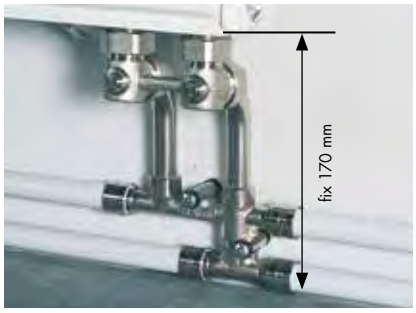
## Anschluss mit Kreuzungs-T-Stück oder Kreuzungs-T-Stück 16 L




Anbindesituation in der Sockelleiste mit zwei **PRINETO** Anschlussbögen-S. **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück für Sockelleiste mit zwei S-Bögen aus Edelstahl, unterschiedliche Bautiefen der Heizkörper werden durch Schrägstellen der Anschlussbögen ausgeglichen. Maximaler Abstand zwischen fertiger Wand und Mitte: 245 mm. Heizkörperanschluss: 90 mm.



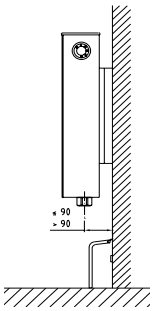

Anbindesituation in der Sockelleiste mit zwei **PRINETO** Anschlussbögen-L **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück für Sockelleiste mit zwei L-Bögen aus Edelstahl für die Sockelleistenanbindung ab einem Abstand von Mitte Heizkörper – Wand von > 90 mm.




Anbindesituation in der Sockelleiste mit dem **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück L. Hier wird ein Ventilheizkörper mit Eckhahnblock an das Rohrleitungssystem angebunden (Mindestabstand Wand – Heizkörper 90 mm).

Anbindesituation in der Sockelleiste mit **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück mit Winkelanschluss und Absperr-Eckventilen. **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück für Sockelleiste mit zwei Winkelanschlüssen und zwei absperrbaren Eckventilen. Die Anschlüsse bestehen aus verchromtem Kupfer und werden mit weichdichtenden Anschlussverschraubungen verbunden. Ein Hahnblock ist nicht mehr erforderlich.

Anbindesituation in der Sockelleiste mit **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück mit Winkelanschluss **PRINETO** Kreuzungs-T-Stück für Sockelleiste mit zwei Winkelanschlüssen und zwei L-Bögen aus Edelstahl für die Sockelleistenanbindung.




≤ 90 mm Anschluss mit S-Bögen oder Winkelanschluss mit L-Bögen/Absperr-Eckventilen
> 90 mm Anschluss mit L-Bögen
Wandabstände Heizkörper

Nach dem letzten Heizkörperanschluss wird die Rohrleitung ca. 10 cm weitergeführt und mit Blindstopfen verschlossen.

Die Anbindung am Hahnblock erfolgt in allen Fällen mit der **PRINETO** Anschlussverschraubung, weichdichtend.

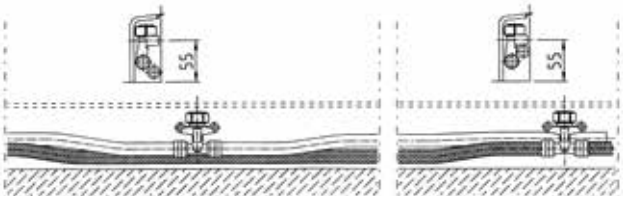
# ***PRINETO*** Heizkörperanbindung



## Anschluss wechselseitig mit T-Stück V15 für Sockelleiste

Bei der Montage des ***PRINETO*** T-Stücks T 16-V15-16 ist darauf zu achten, dass die Sockelleiste die gesamte Montage abdeckt.

Montage T 16-V15-16




Rohrleitungsverlauf bei wechselseitigem Heizkörperanschluss mit ***PRINETO*** Sockelleisten-T-Stück; obere Leitung hinter T-Stück, untere Leitung unter T-Stück

## Anschluss mit Kreuzungs-T-Stück V15 für die Sockelleistenmontage

Bei der Montage des Kreuzungs-T-Stücks in der Sockelleiste ist folgende Reihenfolge zu beachten. Dargestellt ist der Anschluss mit ***PRINETO*** Anschlussbögen in S-Form.

Anpassen der ***PRINETO*** Anschlussbögen S aus Edelstahl an die Bautiefe.

Unterschiedliche Heizkörper-Anschlusstiefen sind durch Schrägstellen der Anschlussbögen auszugleichen. Der Abstand des unteren Schenkels zur Wand muss 16 mm betragen.

Anreißen der Bohrung

Die benötigte Schenkellänge sorgfältig ermitteln. Die Enden der Anschlussbögen müssen entgratet sein. Die Schenkel müssen am Grund der Verschraubungsbohrungen von Kreuzungs-T-Stück und Hahnblock aufsitzen. Ablängen des Schenkels mit der Metallsäge, danach entgraten. Die ***PRINETO*** Anschlussbögen S aus Edelstahl erfordern kein Stützröhrchen.

# **PRINETO** Heizkörperanbindung



## Montage des Kreuzungs-T-Stücks

Kreuzungs-T-Stück durch Dübeln einstweilen festlegen. Dazu die Kunststoffscheiben beidseitig beilegen.

## Festziehen der Anschlussbögen S

Schrauben am Kreuzungs-T-Stück lösen, Schenkelende des Anschlussbogens mit Wasser befeuchten und gegen den leichten Widerstand des O-Ring-Dichtelements in die Verschraubung des Kreuzungs-T-Stücks drücken. Mutter mit der Hand festziehen. Teile der Hahnblockverschraubung über das Schenkelende schieben, Schenkelende in die Bohrung der Verschraubung stecken, Verschraubung montieren, Mutter mit der Hand festziehen. Mutter der Verschraubung am Kreuzungs-T-Stück nach dem Festziehen mit der Hand nachfolgend mit Schraubenschlüssel eine 3/4-Umdrehung nachziehen. Mutter der Hahnblockverschraubung nach Vorschrift festziehen (Anzugsmoment: 40 Nm).

# Druckprüfung von ***PRINETO*** Heizungsinstallationen



## Allgemeine Grundlagen

Warmwasserheizungen müssen nach Fertigstellung und vor dem Schließen der Mauerschlitze, Wand- und Deckendurchbrüche sowie gegebenenfalls vor dem Aufbringen des Estrichs oder einer anderen Überdeckung durch eine Wasserdruckprobe auf Dichtheit und Festigkeit geprüft werden. Die Prüfung ist zu protokollieren und vom Auftraggeber und Ausführenden zu unterzeichnen.

Entsprechend DIN 18380 (erschienen 12-2002) sind alle Anlagenteile mit einem Druck zu prüfen, der dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils entspricht.

Entsprechend DIN EN 14336 (erschienen 01-2005) wird die Anlage mit dem 1,3-fachen des Betriebsdrucks geprüft. Anlagenteile, die diesem Druck nicht standhalten, müssen für die Prüfung vom Prüfnetz getrennt werden. Nach DIN EN 14336 werden auch Prüfungen mit Luft oder Inertgasen zugelassen, der Prüfdruck beträgt max. 0,5 bar. Die Durchführung der einzelnen Prüfungen ist in der Norm detailliert beschrieben.

Vom Auftraggeber ist festzulegen, nach welchen Vorschriften die Prüfung zu erfolgen hat.

**HINWEIS**

Bei Verwendung von ***PRINETO*** Kreuzungs-T-Stücken ist darauf zu achten, dass Vor- und Rücklauf der Rohrleitungen gemeinsam abgedrückt werden! Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen wie die Verwendung von Frostschutzmitteln oder Temperieren des Gebäudes getroffen werden (vgl. Heizwasserzusätze S. 82).

Die Werkstoffeigenschaften der Kunststoffrohre führen bei der Druckprüfung zu einer Dehnung des Rohres, wodurch der Druck abfällt. Auch Temperaturänderungen verfälschen das Prüfergebnis. Darum sollte bei der Druckprüfung eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Prüfmediums angestrebt werden und der Ausgangsdruck muss nach der Rohrdehnung mehrmals wiederhergestellt werden. Die Druckprobe mit Wasser ist folgendermaßen durchzuführen:

1. Das Leitungssystem wird langsam vom tiefsten Punkt aus mit Wasser gefüllt, bis alle Leitungen luftfrei sind.
2. Es ist eine Sichtkontrolle der Rohrverbindungen durchzuführen.
3. Ist die Anlage befüllt, muss die Verbindung zur Befülleinrichtung (z. B. Wasserversorgungsnetz) entsprechend DIN 1717 unterbrochen werden.
4. Vorbereitung der Prüfung durch Beaufschlagung des gesamten Systems mit dem vom Auftraggeber festgelegten Prüfdruck (vgl. Normenverweise links). Der Ausgangsdruck wird nach einer halben Stunde und nochmals nach einer weiteren halben Stunde wiederhergestellt.
   Nach einer weiteren halben Stunde (1,5 Stunden seit Beginn) beginnt die Prüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!).
5. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 24 Stunden der Druckabfall kleiner als 1 bar ist, keine Undichtigkeiten festgestellt werden und kein Bauteil eine bleibende Formänderung aufweist.

**TIPP**

Wir empfehlen (entsprechend „alter" DIN 18380 von 12-2002) nach der Kaltwasserdruckprobe die Anlage aufzuheizen und bei der höchstzulässigen Betriebstemperatur auf Dichtheit zu prüfen.

**HINWEIS**

Prüfdruck und bei der Prüfung entstehender Druckverlauf lassen keine ausreichenden Aussagen über die Dichtheit der Anlage zu. Aus diesem Grund ist die komplette Heizungsinstallation, wie in den Normen gefordert, durch Sichtkontrolle auf Dichtheit zu prüfen.

# Druckprüfung von **PRINETO** Heizungsinstallationen

Druckprüfprotokoll für **PRINETO** Heizungsinstallationen

Durchgeführt ☐ nach DIN 18380 (Ansprechdruck Sicherheitsventil) ☐ nach DIN EN 14336 (Betriebsdruck x 1,3)

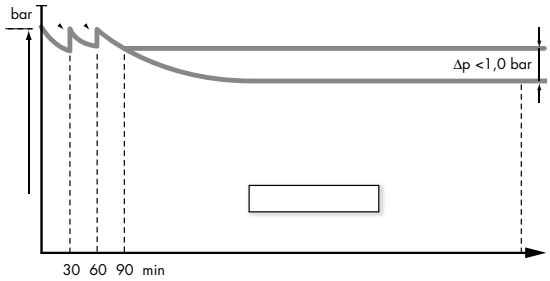
**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Prüfabschnitt

16 _____ m
20 _____ m
25 _____ m
32 _____ m
Stabil 14 _____ m
Stabil 40 _____ m
Stabil 50 _____ m
Stabil 63 _____ m




## Vorbereitung (Dauer 90 Minuten)

Beginn ____ : ____ Uhr Ende ____ : ____ Uhr

Druck zu Beginn der Prüfung _____ bar
Prüfdruck nach 24 Stunden _____ bar
Druck nach 90 Minuten _____ bar

**HINWEIS**

Die Temperatur des Prüfmediums sollte möglichst konstant gehalten werden. Leitungen mit Wasser füllen. Leitungen vollständig entlüften.

## Prüfung (Dauer 24 h)

Beginn ____ : ____ Uhr Ende ____ : ____ Uhr

Druck zu Beginn der Prüfung _____ bar
Prüfdruck nach 24 Stunden _____ bar
Druck nach 90 Minuten _____ bar

## Ergebnisse der Prüfung

| | | |
|---|---|---|
| Druckprüfung bestanden | ☐ ja | ☐ nein |
| Undichtigkeiten festgestellt | ☐ ja | ☐ nein |
| Bauteilformänderungen festgestellt | ☐ ja | ☐ nein |
| Sichtprüfung bestanden | ☐ ja | ☐ nein |

Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

# Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage



Grundlage für die Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage ist die Berechnung der Heizlast des Gebäudes nach DIN EN 12831.

Die exakte Berechnung und Dimensionierung mit Massenermittlung wird heute üblicherweise mit haustechnischen Planungsprogrammen durchgeführt.

Für das ***PRINETO*** System können die Datensätze der Firmen LiNear oder Dendrit verwendet werden.

## Allgemeine Grundlagen

**Empfohlene maximale Fließgeschwindigkeiten:**
Heizkörper-Anschlussleitungen: bis 0,5 m/s
Heizungs-Verteilleitungen: bis 1,0 m/s

**Empfohlene maximale Druckverluste:**
Statische Heizungsanlagen: 100 – 200 Pa/m
(Gesamtdruckverlust für eine 6 m Pumpe ca. 300 – 400 hPa)

Flächenheizung Zuleitungen: 100 – 200 Pa/m
(Gesamtdruckverlust für eine 6 m Pumpe ca. 100 – 200 hPa)

Einzelne Flächenheizkreise: 200 – 250 Pa/m

**Maximale Heizleistungen der Rohre:**
Auslegungsdaten für ***PRINETO*** Heiz-, Stabil-Rohre bei unterschiedlichen Spreizungen und Fließgeschwindigkeiten, bezogen auf gerade Rohrstrecken (Druckverluste der Fittings und Armaturen unberücksichtigt, Heizwassertemperatur 60 °C)

**Umrechnen von Einheiten des Druckes:**
1 bar = 100 kPa = 1000 hPa = 10 mWS
100 Pa (1,0 hPa) = 1,0 mbar (0,001 bar) = 10 mmWS

Begrenzt auf maximalen Druckverlust von 200 Pa/m

| **Spreizung** | **5 K** | **10 K** | **15 K** | **20 K** | **m** | **R** | **w** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rohrdimension | max. Heizleistung Q [kW] | | | | [kg/h] | [Pa/m] | [m/s] | |
| 14 x 2,0 (Stabil) | 0,57 | 1,13 | 1,70 | 2,27 | 97 | 200 | 0,34 | Anschluss-leitungen |
| 16 x 2,2 (PE-X & Stabil) | 0,85 | 1,69 | 2,54 | 3,39 | 146 | 200 | 0,38 | |
| 20 x 2,8 (PE-X & Stabil) | 1,52 | 3,05 | 4,57 | 6,10 | 262 | 200 | 0,45 | |
| 25 x 3,5 (PE-X & Stabil) | 2,79 | 5,59 | 8,38 | 11,17 | 480 | 200 | 0,52 | Verteilungen |
| 32 x 4,4 (PE-X & Stabil) | 5,56 | 11,12 | 16,68 | 22,24 | 956 | 200 | 0,63 | |
| 42 x 4,6 (Stabil) | 14,47 | 28,94 | 43,41 | 57,88 | 2.488 | 200 | 0,81 | |
| 52 x 5,6 (Stabil) | 25,91 | 51,82 | 77,73 | 103,64 | 4.456 | 200 | 0,94 | |
| 63 x 6,0 (Stabil) | 47,17 | 94,34 | 141,51 | 188,68 | 8.112 | 200 | 1,00 | |

Begrenzt auf maximale Fließgeschwindigkeit (0,5 bwz. 1,0 m/s)

| **Spreizung** | **10 K** | **15 K** | **20 K** | **25 K** | **m** | **R** | **w** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rohrdimension | max. Heizleistung Q [kW] | | | | [kg/h] | [Pa/m] | [m/s] | |
| 14 x 2,0 (Stabil) | 1,1 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 97 | 200 | 0,34 | Anschluss-leitungen |
| 16 x 2,2 (PE-X & Stabil) | 1,7 | 2,6 | 3,4 | 4,3 | 146 | 201 | 0,38 | |
| 20 x 2,8 (PE-X & Stabil) | 3,1 | 4,6 | 6,1 | 7,6 | 262 | 200 | 0,45 | |
| 25 x 3,5 (PE-X & Stabil) | 5,6 | 8,4 | 11,2 | 14,0 | 481 | 201 | 0,53 | Verteilungen |
| 32 x 4,4 (PE-X & Stabil) | 11,1 | 16,7 | 22,2 | 27,8 | 955 | 200 | 0,63 | |
| 42 x 4,6 (Stabil) | 29,0 | 43,5 | 58,0 | 72,5 | 2.493 | 200 | 0,81 | |
| 52 x 5,6 (Stabil) | 51,8 | 77,7 | 103,6 | 129,5 | 4.454 | 200 | 0,94 | |
| 63 x 6,0 (Stabil) | 86,0 | 129,0 | 172,0 | 215,0 | 7.395 | 170 | 1,00 | |

# Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage



Überschlägige Heizwärmebedarfe

| Gebäudequalität | Heizwärmemenge [kWh/m²a] | spez. Wärmebedarf [W/m²] |
|---|---|---|
| Alte Gebäude – Fenster einfach verglast | 340 – 400 | 170 – 200 |
| Alte Gebäude – Fenster doppelt verglast | 260 – 320 | 130 – 160 |
| Gebäude gemäß WSTO 1977 | 180 – 240 | 90 – 120 |
| Gebäude gemäß WSVO 1982 | 140 – 160 | 70 – 80 |
| Gebäude gemäß WSVO 1995 | 100 – 120 | 50 – 60 |
| Gebäude gemäß EnEV 2002 | 70 – 80 | 35 – 40 |
| Gebäude gemäß EnEV 2009 | 50 – 60 | 25 – 30 |
| Gebäude gemäß EnEV 2012 | 30 – 40 | 15 – 20 |

## Vereinfachtes Verfahren zur Rohrnetzauslegung

Die überschlägige Massenermittlung für ein kleines Bauvorhaben ohne aufwändige Planungssoftware wird im Folgenden dargestellt. Dabei bleiben die Druckverluste der Fittings und der Rohrleitungslängen unberücksichtigt. Die begrenzenden Größen bei der überschlägigen Dimensionierung sind der Druckverlust oder die Fließgeschwindigkeit. Für jeden Raum muss feststehen, wie viele Heizkörper im Raum an welcher Stelle installiert werden. Entsprechend ist im Grundriss der geplante Rohrverlauf einzuzeichnen bzw. bei mehreren Stockwerken ein Strangschema (Vertikalschnitt der Anlage) zu skizzieren.

Folgende Kenngrößen sind für die Auslegung eines Rohrnetzes erforderlich:

- Wärmestromdichte q [W/m²] des Gebäudes. Zur Berechnung der Wärmeleistung für jeden Raum wird die jeweilige Raumfläche benötigt.
- Raumfläche $A_{Raum}$ [m²] jedes einzelnen zu beheizenden Raumes. Multipliziert man die Wärmestromdichte mit der jeweiligen Raumfläche, so erhält man die Auslegungswärmeleistung des Raumes:

$$Q_{Raum} = q \cdot A_{Raum}$$

**TIPP**

Im Badezimmer sollte diese Wärmestromdichte auf grund der höheren Rauminnentemperatur leicht angehoben werden.

### Auslegungs-Wärmeleistung jedes einzelnen Raumes

$Q_{Raum}$ [W] wird bei der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 (Normheizlast $\Phi_{HL}$) ermittelt. Ist im betreffenden Raum nur ein Heizkörper, so ist die Auslegeleistung Raum [$Q_{Raum}$] gleich der Auslegeleistung Heizkörper [$Q_{HK}$]. Werden in einem Raum mehrere Heizkörper installiert, so wird die Auslegeleistung Raum auf die entsprechende Anzahl Heizkörper sinnvoll aufgeteilt.

### Vor- und Rücklauftemperatur

$\theta_V$ und $\theta_R$ [°C], wird vom Architekten oder Planer vorgegeben, die Differenz daraus ergibt die

- Spreizung $\sigma$ [K]:

$$\theta_V - \theta_R = \sigma \text{ [K]},$$

### Max. zulässiger Druckverlust

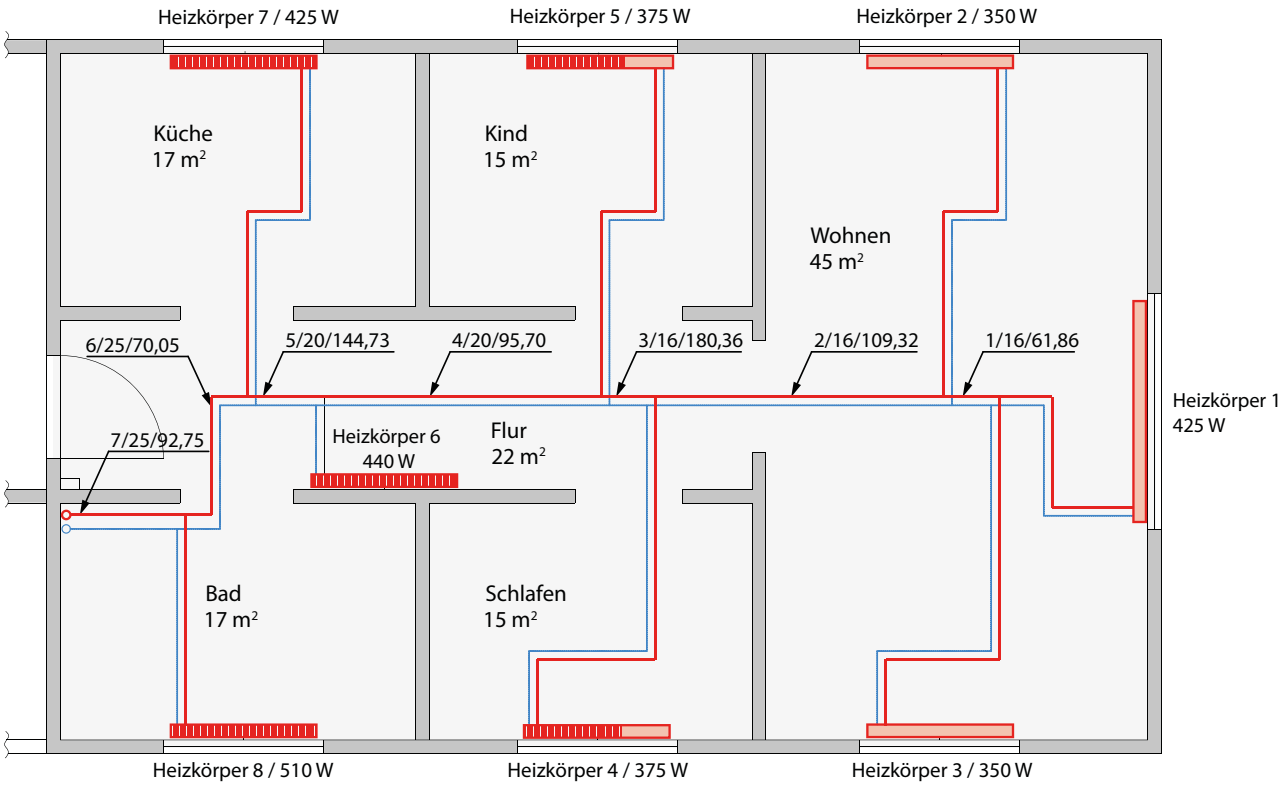
R [Pa/m], wird festgelegt je nach Größe der Anlage.

Ist die Auslegungs-Wärmeleistung noch unbekannt, kann über das Baujahr des Gebäudes der spezifische Wärmebedarf (Wärmestromdichte q) geschätzt und zugrunde gelegt werden (vgl. Tabelle).

# Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage

**Beispiel Etagenwohnung eines Mehrfamilienhauses:**

- Wärmestromdichte: 25 W/m² (Flur 20 W/m², Bad 30 W/m²)
- Vorlauftemperatur: 55 °C
- Rücklauftemperatur: 45 °C
- Max. Druckverlust: 200 Pa/m




**Rechnung Kinderzimmer**

Auslegeleistung $Q_{HK}$ = Wärmestromdichte q · Raumfläche $A_{Raum}$
= 25 W/m² · 15 m²
= 375 W

Spreizung $\sigma$ = Vorlauftemperatur $\theta_V$ – Rücklauftemperatur $\theta_R$
= 55 °C – 45 °C
= 10 K

# Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage



Die Ermittlung der Rohrdimension erfolgt mit den Druckverlusttabellen; die Auslegungsleistungen werden auf den jeweils nächsten Tabellenwert aufgerundet. (vgl. S. 98-121) Die ermittelte Spreizung von 10 K gibt dabei die Spalte vor, in welcher der Druckverlust verglichen werden muss. Dabei wird versucht, möglichst kleine Rohrdimensionen zu verwenden. Wird jedoch einer der begrenzenden Werte Druckverlust (200 Pa/m) oder Fließgeschwindigkeit (je nach Strangabschnitt 0,5 oder 1,0 m/s) überschritten, muss die nächstgrößere Dimension verwendet werden.

Für das Kinderzimmer ermittelt man für die Rohrdimension 14 somit 32,35 Pa/m bei 0,12 m/s (375 W bei 10 K aufgerundet auf 400 W) oder für die Rohrdimension 16 nur 15,99 Pa/m bei 0,09 m/s (aufgerundet auf 400 W). Der Heizkörper könnte also mit beiden Dimensionen angeschlossen werden. Die Dimensionsauswahl richtet sich nach der Art des Anschlusses. Mit dem 14er Rohr könnte der Heizkörper von einem Strangverteiler aus (z. B. Art.-Nr. 878 669 030) direkt oder mit L-Anschlussbögen (Art.-Nr. 878 312 010) angeschlossen werden. Mit dem 16er Rohr käme bspw. die Verwendung von Kreuzungs-T-Stücken (z. B. Art.-Nr. 878 370 030) in Frage.

So wird für jede Teilstrecke die angeschlossene Leistung (Summe aller angeschlossenen Heizkörper) und darüber die Rohrdimension ermittelt. An der Wohnungszuleitung (Teilstrecke 7) sind insgesamt 3250 W angeschlossen:

- Küche = 425 W
- Kind = 375 W
- Wohnen = 1125 W
- Schlafen = 375 W
- Flur = 440 W
- Bad = 510 W

Würde man hier Rohrdimension 20 verwenden, ergäbe sich ein Druckverlust von 224 Pa/m. Beim Einsatz von 25er Rohren erhält man nur einen Druckverlust von 84 Pa/m bei 0,32 m/s (aufgerundet auf 3400 W). Teilstrecke 7 wird darum mit der Rohrdimension 25 ausgelegt. In den Grundrissplan bzw. das Strangschema werden die Teilstreckenbezeichnungen, die Rohrdimension und der Rohrreibungsdruckverlust eingetragen. Die Rohrdimensionierung für die Steigleitungen und die Kellerverteilung erfolgt ebenfalls nach der beschriebenen Vorgehensweise.
Alle Daten könnten auch in einer Tabelle zusammengefasst werden.

Beispiel Rechnung für Etage 1

| Teilstrecke | Wärmeleistung [W] | Massenstrom [kg/h] | Fließgeschw. [m/s] | Druckverlust [Pa/m] | Dimension ***PRINETO*** |
|---|---|---|---|---|---|
| HK 1 | 425 | 42,99 | 0,11 | 23,62 | 16 |
| HK 2 | 350 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 16 |
| TS 1 | 775 | 68,79 | 0,18 | 53,77 | 16 |
| HK 3 | 350 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 16 |
| TS 2 | 1125 | 103,18 | 0,27 | 109,32 | 16 |
| HK 4 | 375 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 16 |
| TS 3 | 1500 | 128,98 | 0,34 | 161,55 | 16 |
| HK 5 | 375 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 16 |
| TS 4 | 3000 | 163,37 | 0,28 | 87,48 | 20 |
| HK 6 | 440 | 42,99 | 0,11 | 23,62 | 16 |
| TS 5 | 2315 | 206,36 | 0,35 | 131,66 | 20 |
| HK 7 | 425 | 42,99 | 0,11 | 23,62 | 16 |
| TS 6 | 2740 | 240,76 | 0,41 | 172,43 | 20 |
| HK 8 | 510 | 51,59 | 0,14 | 32,5 | 16 |
| TS 7 | 3250 | 292,35 | 0,32 | 83,92 | 25 |

**HINWEIS**

Das vorgestellte einfache Berechnungsverfahren ist lediglich eine Hilfe zur einfachen Massenermittlung für ein unverbindliches Kostenangebot und entbindet den Installateur oder Planer nicht von einer korrekten Auslegung der Heizungsanlage (auch Grundlage für den hydraulischen Abgleich) nach den anerkannten Regeln der Technik!

Stehen größere Pumpendrücke zur Verfügung, kann auch die Fließgeschwindigkeit das begrenzende Kriterium sein. Dabei werden jedoch unter Umständen die empfohlenen max. Druckverluste überschritten. Zur Wasserumwälzung wird dann mehr elektrische Antriebsenergie verbraucht. Wir raten darum bei der überschlägigen Berechnung davon ab.

## Druckverlustberechnung im Rohrnetz

Auf Grundlage der berechneten Heizlast nach DIN EN 12831 kann mit dem folgenden Formblatt das Rohrnetz einer Heizungsanlage ausgelegt werden. Die Druckverluste in den Rohrleitungen werden den Druckverlusttabellen für ***PRINETO*** Rohre (vgl. S. 98-121) entnommen.

Ausfüllen des Formblattes im Anhang (Kopiervorlage):

**Spalten 1/2/3:**
Eintragung der Geschossbezeichnung, der Raumnummer und der Raumbezeichnung laut Planung.

**Spalte 4:**
Unterteilung des Leitungssystems in Teilstrecken (Strecken gleichen Massenstroms) und Nummerierung der Teilstrecken laut Plan.

**Spalte 5:**
Eintragung der Wärmemenge $Q_{HK}$ in Watt für jeden Heizkörper, die notwendig ist, um die angegebene Raumtemperatur zu gewährleisten. Die Berechnung der Norm-Heizlast $\Phi_{HL}$ erfolgt nach DIN EN 12831. Je nach Raumgröße wird die Heizlast auf mehrere Heizkörper verteilt.

**Spalte 6:**
Ermittlung der Rohrdimension der Heizkörper-Anbindeleitungen bzw. Teilstrecken mit Hilfe der Druckverlusttabellen (begrenzende Kriterien Fließgeschwindigkeit und Druckverlust vgl. Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage).

**Spalte 7:**
Bestimmung des erforderlichen Massenstroms in kg pro Stunde für den jeweiligen Heizkörper mit Hilfe der Druckverlusttabellen (für Spreizungen 10, 15, 20 K) oder anhand folgender Formel:

$$m_{HK} = Q_{HK} : [1{,}163 \cdot (\theta_V - \theta_R)]$$

$m_H$ = Massenstrom [kg/h]
$Q_{HK}$ = Wärmemenge Heizkörper [W]
$\theta_V$ = Vorlauftemperatur [°C]
$\theta_R$ = Rücklauftemperatur [°C]

**Spalte 8:**
Bestimmung der Länge des Heizkörperanschlusses $l_{HK}$ bzw. der Teilstrecke $l_{TS}$ in Meter. Als Anschluss- bzw. Teilstreckenlänge des Heizkreises zählt die gesamte Rohrlänge für Vor- und Rücklauf zu jedem Heizkörper, bei der der Massenstrom konstant ist.

**Spalte 9:**
Eintragung der Druckverluste R der Rohrleitung in Pascal pro Meter aus den Druckverlusttabellen (Rohrabmessung und Massenstrom ergeben je nach Spreizung den Druckverlust).

**Spalte 10:**
Berechnung des Gesamtdruckverlustes Δp Rohr der Rohrstrecke durch Multiplikation von Spalte 8 und Spalte 9, laut Formel:

$$\Delta p_{Rohr}\ [Pa] = l_{Hk}\ [m] \cdot R\ [Pa/m]$$

**Spalte 11:**
Bestimmung der Fließgeschwindigkeit w (m/s) für den Leitungsabschnitt aus den Druckverlusttabellen.

**Spalte 12:**
Die Summe der Widerstandsbeiwerte $\Sigma\zeta$ setzt sich aus den Einzelwiderstandsbeiwerten für die Fittings, Absperrarmaturen und Heizkörper zusammen. Die $\zeta$-Werte der Einzelkomponenten sind der DIN 1988 oder anderen Fachbüchern zu entnehmen.

**Spalte 13:**
Der Druckverlust der Einzelwiderstände berechnet sich folgendermaßen:

$$Z\ [Pa] = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot w^2}{2}$$

$\rho$ = Dichte des Wassers (kg/m³)
w = Fließgeschwindigkeit (m/s)
$\zeta$ = Widerstandsbeiwert

Vereinfacht:

$$Z\ [Pa] = \zeta \cdot w^2 \cdot 500$$

**Spalte 14:**
Der Gesamtdruckverlust Δp ges. des Heizkreises errechnet sich durch Addition des Druckverlustes der Anschlussleitungen bzw. Teilstrecken Δp Rohr (Spalte 10) und dem Druckverlust der Einzelwiderstände Z (Spalte 13).

$$\Delta p_{ges.}\ [Pa] = \Delta p_{Rohr} + Z$$

**Spalte 15:**
Aus Spalte 14 wird der größte Druckverlust Δp ges. max. des ungünstigsten Heizkreises von dem Gesamtdruckverlust aller übrigen Heizkreise subtrahiert. Die Differenz ist die abzudrosselnde Druckdifferenz Δp dr.

$$\Delta p_{dr}\ [Pa] = \Delta p_{ges.,max.} - \Delta p_{ges.}$$

# Planung und Dimensionierung der Heizungsanlage

PRINETO®

Bauherr/Objekt _____

Sachbearbeiter _____

$\theta_{Vorlauf}$ _____°C $\theta_{Rücklauf}$ _____°C Blatt-Nr. _____ von _____ Datum _____

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etage** | **Raum-Nr.** | **Raum** | **Teil-Streck-Nr. StreckNr.** | **Wärme-bedarf** | **Rohr-innen-durch-messer** | **Massen-strom** | **HK-An-schluss-länge** | **Druck-gefälle** | **Rohr-druck-verlust** | **Fließ-gesch-windig-keit** | **Summe der Wider-stands-beiwerte** | **Druck-verlust der Einzel-wider-stände** | **Gesamt-druck-verlust** | **Abzu-dros. Druck-differenz** | **Ventil-voreinstellung** |
| | | | | **$Q_{HK}$ [W]** | **$d_i$ [mm]** | **$m_{HK}$ [kg/h]** | **$l_{HK}$ [m]** | **R [Pa/m]** | **$\Delta p_{ROHR}$ [Pa]** | **w [m/s]** | $\Sigma\zeta$ | **Z [Pa]** | **$\Delta p_{ges}$ [Pa]** | **$\Delta p_{ar}$ [Pa]** | **Umdr.** |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

# Druckverluste der Dimension 14 x 2,0 (Stabil) bei 60 °C (Stabil-Rohr 14)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 200 | 34,39 | 0,12 | 32,35 | 17,20 | 0,06 | 9,62 | 11,46 | 0,04 | 4,73 | 8,60 | 0,03 | 2,86 |
| 300 | 51,59 | 0,18 | 65,78 | 25,80 | 0,09 | 19,56 | 17,20 | 0,06 | 9,62 | 12,90 | 0,05 | 5,81 |
| 400 | 68,79 | 0,24 | 108,82 | 34,39 | 0,12 | 32,35 | 22,93 | 0,08 | 15,91 | 17,20 | 0,06 | 9,62 |
| 500 | 85,98 | 0,30 | 160,81 | 42,99 | 0,15 | 47,81 | 28,66 | 0,10 | 23,52 | 21,50 | 0,08 | 14,21 |
| 600 | 103,18 | 0,36 | 221,25 | 51,59 | 0,18 | 65,78 | 34,39 | 0,12 | 32,35 | 25,80 | 0,09 | 19,56 |
| 700 | 120,38 | 0,43 | 289,76 | 60,19 | 0,21 | 86,15 | 40,13 | 0,14 | 42,37 | 30,09 | 0,11 | 25,61 |
| 800 | 137,58 | 0,49 | 366,04 | 68,79 | 0,24 | 108,82 | 45,86 | 0,16 | 53,53 | 34,39 | 0,12 | 32,35 |
| 900 | 154,77 | 0,55 | 449,82 | 77,39 | 0,27 | 133,73 | 51,59 | 0,18 | 65,78 | 38,69 | 0,14 | 39,76 |
| 1.000 | 171,97 | 0,61 | 540,90 | 85,98 | 0,30 | 160,81 | 57,32 | 0,20 | 79,10 | 42,99 | 0,15 | 47,81 |
| 1.100 | 189,17 | 0,67 | 639,08 | 94,58 | 0,33 | 190,00 | 63,06 | 0,22 | 93,45 | 47,29 | 0,17 | 56,49 |
| 1.200 | 206,36 | 0,73 | 744,19 | 103,18 | 0,36 | 221,25 | 68,79 | 0,24 | 108,82 | 51,59 | 0,18 | 65,78 |
| 1.300 | 223,56 | 0,79 | 856,09 | 111,78 | 0,40 | 254,52 | 74,52 | 0,26 | 125,19 | 55,89 | 0,20 | 75,67 |
| 1.400 | 240,76 | 0,85 | 974,64 | 120,38 | 0,43 | 289,76 | 80,25 | 0,28 | 142,52 | 60,19 | 0,21 | 86,15 |
| 1.500 | 257,95 | 0,91 | 1099,71 | 128,98 | 0,46 | 326,95 | 85,98 | 0,30 | 160,81 | 64,49 | 0,23 | 97,20 |
| 1.600 | 275,15 | 0,97 | 1231,20 | 137,58 | 0,49 | 366,04 | 91,72 | 0,32 | 180,04 | 68,79 | 0,24 | 108,82 |
| 1.700 | 292,35 | 1,03 | 1369,00 | 146,17 | 0,52 | 407,01 | 97,45 | 0,34 | 200,19 | 73,09 | 0,26 | 121,00 |
| 1.800 | | | | 154,77 | 0,55 | 449,82 | 103,18 | 0,36 | 221,25 | 77,39 | 0,27 | 133,73 |
| 1.900 | | | | 163,37 | 0,58 | 494,46 | 108,91 | 0,39 | 243,21 | 81,69 | 0,29 | 147,01 |
| 2.000 | | | | 171,97 | 0,61 | 540,90 | 114,65 | 0,41 | 266,05 | 85,98 | 0,30 | 160,81 |
| 2.100 | | | | 180,57 | 0,64 | 589,11 | 120,38 | 0,43 | 289,76 | 90,28 | 0,32 | 175,14 |
| 2.200 | | | | 189,17 | 0,67 | 639,08 | 126,11 | 0,45 | 314,34 | 94,58 | 0,33 | 190,00 |
| 2.300 | | | | 197,76 | 0,70 | 690,78 | 131,84 | 0,47 | 339,77 | 98,88 | 0,35 | 205,37 |
| 2.400 | | | | 206,36 | 0,73 | 744,19 | 137,58 | 0,49 | 366,04 | 103,18 | 0,36 | 221,25 |
| 2.500 | | | | 214,96 | 0,76 | 799,30 | 143,31 | 0,51 | 393,14 | 107,48 | 0,38 | 237,63 |
| 2.600 | | | | 223,56 | 0,79 | 856,09 | 149,04 | 0,53 | 421,08 | 111,78 | 0,40 | 254,52 |
| 2.700 | | | | 232,16 | 0,82 | 914,54 | 154,77 | 0,55 | 449,82 | 116,08 | 0,41 | 271,89 |
| 2.800 | | | | 240,76 | 0,85 | 974,64 | 160,50 | 0,57 | 479,38 | 120,38 | 0,43 | 289,76 |

## Druckverluste der Dimension 14 x 2,0 bei 60 °C (Stabil-Rohr 14)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 3.200 | | | | 275,15 | 0,97 | 1231,20 | 183,43 | 0,65 | 605,58 | 137,58 | 0,49 | 366,04 |
| 3.400 | | | | 292,35 | 1,03 | 1369,00 | 194,90 | 0,69 | 673,36 | 146,17 | 0,52 | 407,01 |
| 3.600 | | | | | | | 206,36 | 0,73 | 744,19 | 154,77 | 0,55 | 449,82 |
| 3.800 | | | | | | | 217,83 | 0,77 | 818,05 | 163,37 | 0,58 | 494,46 |
| 4.000 | | | | | | | 229,29 | 0,81 | 894,87 | 171,97 | 0,61 | 540,90 |
| 4.200 | | | | | | | 240,76 | 0,85 | 974,64 | 180,57 | 0,64 | 589,11 |
| 4.400 | | | | | | | 252,22 | 0,89 | 1057,30 | 189,17 | 0,67 | 639,08 |
| 4.600 | | | | | | | 263,69 | 0,93 | 1142,83 | 197,76 | 0,70 | 690,78 |
| 4.800 | | | | | | | 275,15 | 0,97 | 1231,20 | 206,36 | 0,73 | 744,19 |
| 5.000 | | | | | | | 286,62 | 1,01 | 1322,37 | 214,96 | 0,76 | 799,30 |
| 5.200 | | | | | | | | | | 223,56 | 0,79 | 856,09 |
| 5.400 | | | | | | | | | | 232,16 | 0,82 | 914,54 |
| 5.600 | | | | | | | | | | 240,76 | 0,85 | 974,64 |
| 5.800 | | | | | | | | | | 249,36 | 0,88 | 1036,36 |
| 6.000 | | | | | | | | | | 257,95 | 0,91 | 1099,71 |
| 6.200 | | | | | | | | | | 266,55 | 0,94 | 1164,66 |
| 6.400 | | | | | | | | | | 275,15 | 0,97 | 1231,20 |
| 6.600 | | | | | | | | | | 283,75 | 1,00 | 1299,32 |

# Druckverluste der Dimension 16 x 2,2 bei 60 °C (Heizrohr 16, Stabil-Rohr 16)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 100 | 17,20 | 0,05 | 4,75 | 8,60 | 0,02 | 1,41 | 5,73 | 0,02 | 0,69 | 4,30 | 0,01 | 0,42 |
| 200 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 17,20 | 0,05 | 4,75 | 11,46 | 0,03 | 2,34 | 8,60 | 0,02 | 1,41 |
| 300 | 51,59 | 0,14 | 32,50 | 25,80 | 0,07 | 9,66 | 17,20 | 0,05 | 4,75 | 12,90 | 0,03 | 2,87 |
| 400 | 68,79 | 0,18 | 53,77 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 22,93 | 0,06 | 7,86 | 17,20 | 0,05 | 4,75 |
| 500 | 85,98 | 0,23 | 79,46 | 42,99 | 0,11 | 23,62 | 28,66 | 0,08 | 11,62 | 21,50 | 0,06 | 7,02 |
| 600 | 103,18 | 0,27 | 109,32 | 51,59 | 0,14 | 32,50 | 34,39 | 0,09 | 15,99 | 25,80 | 0,07 | 9,66 |
| 700 | 120,38 | 0,32 | 143,17 | 60,19 | 0,16 | 42,57 | 40,13 | 0,11 | 20,94 | 30,09 | 0,08 | 12,65 |
| 800 | 137,58 | 0,36 | 180,86 | 68,79 | 0,18 | 53,77 | 45,86 | 0,12 | 26,45 | 34,39 | 0,09 | 15,99 |
| 900 | 154,77 | 0,41 | 222,26 | 77,39 | 0,20 | 66,08 | 51,59 | 0,14 | 32,50 | 38,69 | 0,10 | 19,65 |
| 1.000 | 171,97 | 0,45 | 267,27 | 85,98 | 0,23 | 79,46 | 57,32 | 0,15 | 39,08 | 42,99 | 0,11 | 23,62 |
| 1.100 | 189,17 | 0,50 | 315,78 | 94,58 | 0,25 | 93,88 | 63,06 | 0,17 | 46,18 | 47,29 | 0,12 | 27,91 |
| 1.200 | 206,36 | 0,54 | 367,71 | 103,18 | 0,27 | 109,32 | 68,79 | 0,18 | 53,77 | 51,59 | 0,14 | 32,50 |
| 1.300 | 223,56 | 0,59 | 423,00 | 111,78 | 0,29 | 125,76 | 74,52 | 0,20 | 61,86 | 55,89 | 0,15 | 37,39 |
| 1.400 | 240,76 | 0,63 | 481,58 | 120,38 | 0,32 | 143,17 | 80,25 | 0,21 | 70,42 | 60,19 | 0,16 | 42,57 |
| 1.500 | 257,95 | 0,68 | 543,38 | 128,98 | 0,34 | 161,55 | 85,98 | 0,23 | 79,46 | 64,49 | 0,17 | 48,03 |
| 1.600 | 275,15 | 0,72 | 608,35 | 137,58 | 0,36 | 180,86 | 91,72 | 0,24 | 88,96 | 68,79 | 0,18 | 53,77 |
| 1.700 | 292,35 | 0,77 | 676,44 | 146,17 | 0,38 | 201,11 | 97,45 | 0,26 | 98,92 | 73,09 | 0,19 | 59,79 |
| 1.800 | 309,54 | 0,81 | 747,60 | 154,77 | 0,41 | 222,26 | 103,18 | 0,27 | 109,32 | 77,39 | 0,20 | 66,08 |
| 1.900 | 326,74 | 0,86 | 821,79 | 163,37 | 0,43 | 244,32 | 108,91 | 0,29 | 120,17 | 81,69 | 0,21 | 72,64 |
| 2.000 | 343,94 | 0,90 | 898,97 | 171,97 | 0,45 | 267,27 | 114,65 | 0,30 | 131,46 | 85,98 | 0,23 | 79,46 |
| 2.100 | 361,13 | 0,95 | 979,10 | 180,57 | 0,47 | 291,09 | 120,38 | 0,32 | 143,17 | 90,28 | 0,24 | 86,54 |
| 2.200 | 378,33 | 0,99 | 1062,14 | 189,17 | 0,50 | 315,78 | 126,11 | 0,33 | 155,32 | 94,58 | 0,25 | 93,88 |
| 2.300 | 395,53 | 1,04 | 1148,07 | 197,76 | 0,52 | 341,32 | 131,84 | 0,35 | 167,88 | 98,88 | 0,26 | 101,48 |
| 2.400 | | | | 206,36 | 0,54 | 367,71 | 137,58 | 0,36 | 180,86 | 103,18 | 0,27 | 109,32 |
| 2.500 | | | | 214,96 | 0,57 | 394,94 | 143,31 | 0,38 | 194,26 | 107,48 | 0,28 | 117,42 |
| 2.600 | | | | 223,56 | 0,59 | 423,00 | 149,04 | 0,39 | 208,06 | 111,78 | 0,29 | 125,76 |
| 2.700 | | | | 232,16 | 0,61 | 451,88 | 154,77 | 0,41 | 222,26 | 116,08 | 0,31 | 134,35 |
| 2.800 | | | | 240,76 | 0,63 | 481,58 | 160,50 | 0,42 | 236,87 | 120,38 | 0,32 | 143,17 |
| 2.900 | | | | 249,36 | 0,66 | 512,08 | 166,24 | 0,44 | 251,87 | 124,68 | 0,33 | 152,24 |
| 3.000 | | | | 257,95 | 0,68 | 543,38 | 171,97 | 0,45 | 267,27 | 128,98 | 0,34 | 161,55 |

# Druckverluste der Dimension 16 x 2,2 bei 60 °C (Heizrohr 16, Stabil-Rohr 16)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 3.300 | | | | 283,75 | 0,75 | 642,01 | 189,17 | 0,50 | 315,78 | 141,87 | 0,37 | 190,87 |
| 3.400 | | | | 292,35 | 0,77 | 676,44 | 194,90 | 0,51 | 332,71 | 146,17 | 0,38 | 201,11 |
| 3.500 | | | | 300,95 | 0,79 | 711,64 | 200,63 | 0,53 | 350,03 | 150,47 | 0,40 | 211,57 |
| 3.600 | | | | 309,54 | 0,81 | 747,60 | 206,36 | 0,54 | 367,71 | 154,77 | 0,41 | 222,26 |
| 3.700 | | | | 318,14 | 0,84 | 784,32 | 212,10 | 0,56 | 385,77 | 159,07 | 0,42 | 233,18 |
| 3.800 | | | | 326,74 | 0,86 | 821,79 | 217,83 | 0,57 | 404,21 | 163,37 | 0,43 | 244,32 |
| 3.900 | | | | 335,34 | 0,88 | 860,01 | 223,56 | 0,59 | 423,00 | 167,67 | 0,44 | 255,68 |
| 4.000 | | | | 343,94 | 0,90 | 898,97 | 229,29 | 0,60 | 442,17 | 171,97 | 0,45 | 267,27 |
| 4.100 | | | | 352,54 | 0,93 | 938,67 | 235,02 | 0,62 | 461,69 | 176,27 | 0,46 | 279,07 |
| 4.200 | | | | 361,13 | 0,95 | 979,10 | 240,76 | 0,63 | 481,58 | 180,57 | 0,47 | 291,09 |
| 4.300 | | | | 369,73 | 0,97 | 1020,26 | 246,49 | 0,65 | 501,82 | 184,87 | 0,49 | 303,32 |
| 4.400 | | | | 378,33 | 0,99 | 1062,14 | 252,22 | 0,66 | 522,42 | 189,17 | 0,50 | 315,78 |
| 4.500 | | | | 386,93 | 1,02 | 1104,75 | 257,95 | 0,68 | 543,38 | 193,47 | 0,51 | 328,44 |
| 4.600 | | | | | | | 263,69 | 0,69 | 564,69 | 197,76 | 0,52 | 341,32 |
| 4.700 | | | | | | | 269,42 | 0,71 | 586,34 | 202,06 | 0,53 | 354,41 |
| 4.800 | | | | | | | 275,15 | 0,72 | 608,35 | 206,36 | 0,54 | 367,71 |
| 4.900 | | | | | | | 280,88 | 0,74 | 630,70 | 210,66 | 0,55 | 381,22 |
| 5.000 | | | | | | | 286,62 | 0,75 | 653,40 | 214,96 | 0,57 | 394,94 |
| 5.100 | | | | | | | 292,35 | 0,77 | 676,44 | 219,26 | 0,58 | 408,87 |
| 5.200 | | | | | | | 298,08 | 0,78 | 699,82 | 223,56 | 0,59 | 423,00 |
| 5.300 | | | | | | | 303,81 | 0,80 | 723,54 | 227,86 | 0,60 | 437,34 |
| 5.400 | | | | | | | 309,54 | 0,81 | 747,60 | 232,16 | 0,61 | 451,88 |
| 5.500 | | | | | | | 315,28 | 0,83 | 772,00 | 236,46 | 0,62 | 466,63 |
| 5.600 | | | | | | | 321,01 | 0,84 | 796,73 | 240,76 | 0,63 | 481,58 |
| 5.700 | | | | | | | 326,74 | 0,86 | 821,79 | 245,06 | 0,64 | 496,73 |
| 5.800 | | | | | | | 332,47 | 0,87 | 847,19 | 249,36 | 0,66 | 512,08 |
| 5.900 | | | | | | | 338,21 | 0,89 | 872,91 | 253,65 | 0,67 | 527,63 |
| 6.000 | | | | | | | 343,94 | 0,90 | 898,97 | 257,95 | 0,68 | 543,38 |
| 6.100 | | | | | | | 349,67 | 0,92 | 925,35 | 262,25 | 0,69 | 559,33 |
| 6.200 | | | | | | | 355,40 | 0,93 | 952,06 | 266,55 | 0,70 | 575,47 |

## Druckverluste der Dimension 16 x 2,2 bei 60 °C (Heizrohr 16, Stabil-Rohr 16)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 6.500 | | | | | | | 372,60 | 0,98 | 1034,14 | 279,45 | 0,73 | 625,08 |
| 6.600 | | | | | | | 378,33 | 0,99 | 1062,14 | 283,75 | 0,75 | 642,01 |
| 6.700 | | | | | | | 384,06 | 1,01 | 1090,46 | 288,05 | 0,76 | 659,13 |
| 6.800 | | | | | | | | | | 292,35 | 0,77 | 676,44 |
| 6.900 | | | | | | | | | | 296,65 | 0,78 | 693,94 |
| 7.000 | | | | | | | | | | 300,95 | 0,79 | 711,64 |
| 7.100 | | | | | | | | | | 305,25 | 0,80 | 729,52 |
| 7.200 | | | | | | | | | | 309,54 | 0,81 | 747,60 |
| 7.300 | | | | | | | | | | 313,84 | 0,82 | 765,87 |
| 7.400 | | | | | | | | | | 318,14 | 0,84 | 784,32 |
| 7.500 | | | | | | | | | | 322,44 | 0,85 | 802,96 |
| 7.600 | | | | | | | | | | 326,74 | 0,86 | 821,79 |
| 7.700 | | | | | | | | | | 331,04 | 0,87 | 840,81 |
| 7.800 | | | | | | | | | | 335,34 | 0,88 | 860,01 |
| 7.900 | | | | | | | | | | 339,64 | 0,89 | 879,40 |
| 8.000 | | | | | | | | | | 343,94 | 0,90 | 898,97 |
| 8.100 | | | | | | | | | | 348,24 | 0,92 | 918,73 |
| 8.200 | | | | | | | | | | 352,54 | 0,93 | 938,67 |
| 8.300 | | | | | | | | | | 356,84 | 0,94 | 958,79 |
| 8.400 | | | | | | | | | | 361,13 | 0,95 | 979,10 |
| 8.500 | | | | | | | | | | 365,43 | 0,96 | 999,59 |
| 8.600 | | | | | | | | | | 369,73 | 0,97 | 1020,26 |
| 8.700 | | | | | | | | | | 374,03 | 0,98 | 1041,11 |
| 8.800 | | | | | | | | | | 378,33 | 0,99 | 1062,14 |
| 8.900 | | | | | | | | | | 382,63 | 1,01 | 1083,35 |

## Druckverluste der Dimension 20 x 2,8 bei 60 °C (Heizrohr 20, Stabil-Rohr 20)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 1.000 | 171,97 | 0,29 | 95,70 | 85,98 | 0,15 | 28,45 | 57,32 | 0,10 | 13,99 | 42,99 | 0,07 | 8,46 |
| 1.150 | 197,76 | 0,34 | 122,21 | 98,88 | 0,17 | 36,33 | 65,92 | 0,11 | 17,87 | 49,44 | 0,08 | 10,80 |
| 1.300 | 223,56 | 0,38 | 151,46 | 111,78 | 0,19 | 45,03 | 74,52 | 0,13 | 22,15 | 55,89 | 0,10 | 13,39 |
| 1.450 | 249,36 | 0,43 | 183,35 | 124,68 | 0,21 | 54,51 | 83,12 | 0,14 | 26,81 | 62,34 | 0,11 | 16,21 |
| 1.600 | 275,15 | 0,47 | 217,82 | 137,58 | 0,23 | 64,76 | 91,72 | 0,16 | 31,85 | 68,79 | 0,12 | 19,25 |
| 1.750 | 300,95 | 0,51 | 254,81 | 150,47 | 0,26 | 75,75 | 100,32 | 0,17 | 37,26 | 75,24 | 0,13 | 22,52 |
| 1.900 | 326,74 | 0,56 | 294,25 | 163,37 | 0,28 | 87,48 | 108,91 | 0,19 | 43,03 | 81,69 | 0,14 | 26,01 |
| 2.050 | 352,54 | 0,60 | 336,10 | 176,27 | 0,30 | 99,92 | 117,51 | 0,20 | 49,15 | 88,13 | 0,15 | 29,71 |
| 2.200 | 378,33 | 0,65 | 380,31 | 189,17 | 0,32 | 113,07 | 126,11 | 0,22 | 55,61 | 94,58 | 0,16 | 33,61 |
| 2.350 | 404,13 | 0,69 | 426,84 | 202,06 | 0,34 | 126,90 | 134,71 | 0,23 | 62,42 | 101,03 | 0,17 | 37,73 |
| 2.500 | 429,92 | 0,73 | 475,65 | 214,96 | 0,37 | 141,41 | 143,31 | 0,24 | 69,56 | 107,48 | 0,18 | 42,04 |
| 2.650 | 455,72 | 0,78 | 526,72 | 227,86 | 0,39 | 156,59 | 151,91 | 0,26 | 77,02 | 113,93 | 0,19 | 46,56 |
| 2.800 | 481,51 | 0,82 | 579,99 | 240,76 | 0,41 | 172,43 | 160,50 | 0,27 | 84,81 | 120,38 | 0,21 | 51,26 |
| 2.950 | 507,31 | 0,87 | 635,46 | 253,65 | 0,43 | 188,92 | 169,10 | 0,29 | 92,92 | 126,83 | 0,22 | 56,17 |
| 3.100 | 533,10 | 0,91 | 693,07 | 266,55 | 0,45 | 206,05 | 177,70 | 0,30 | 101,35 | 133,28 | 0,23 | 61,26 |
| 3.250 | 558,90 | 0,95 | 752,82 | 279,45 | 0,48 | 223,82 | 186,30 | 0,32 | 110,09 | 139,72 | 0,24 | 66,54 |
| 3.400 | 584,69 | 1,00 | 814,68 | 292,35 | 0,50 | 242,20 | 194,90 | 0,33 | 119,13 | 146,17 | 0,25 | 72,01 |
| 3.550 | | | | 305,25 | 0,52 | 261,21 | 203,50 | 0,35 | 128,48 | 152,62 | 0,26 | 77,66 |
| 3.700 | | | | 318,14 | 0,54 | 280,83 | 212,10 | 0,36 | 138,13 | 159,07 | 0,27 | 83,49 |
| 3.850 | | | | 331,04 | 0,56 | 301,06 | 220,69 | 0,38 | 148,08 | 165,52 | 0,28 | 89,51 |
| 4.000 | | | | 343,94 | 0,59 | 321,88 | 229,29 | 0,39 | 158,32 | 171,97 | 0,29 | 95,70 |
| 4.150 | | | | 356,84 | 0,61 | 343,30 | 237,89 | 0,41 | 168,86 | 178,42 | 0,30 | 102,06 |
| 4.300 | | | | 369,73 | 0,63 | 365,31 | 246,49 | 0,42 | 179,68 | 184,87 | 0,32 | 108,61 |
| 4.450 | | | | 382,63 | 0,65 | 387,90 | 255,09 | 0,44 | 190,79 | 191,32 | 0,33 | 115,32 |
| 4.600 | | | | 395,53 | 0,67 | 411,07 | 263,69 | 0,45 | 202,19 | 197,76 | 0,34 | 122,21 |
| 4.750 | | | | 408,43 | 0,70 | 434,82 | 272,28 | 0,46 | 213,87 | 204,21 | 0,35 | 129,27 |
| 4.900 | | | | 421,32 | 0,72 | 459,13 | 280,88 | 0,48 | 225,83 | 210,66 | 0,36 | 136,50 |
| 5.050 | | | | 434,22 | 0,74 | 484,01 | 289,48 | 0,49 | 238,06 | 217,11 | 0,37 | 143,90 |
| 5.200 | | | | 447,12 | 0,76 | 509,45 | 298,08 | 0,51 | 250,58 | 223,56 | 0,38 | 151,46 |
| 5.350 | | | | 460,02 | 0,78 | 535,44 | 306,68 | 0,52 | 263,36 | 230,01 | 0,39 | 159,19 |

## Druckverluste der Dimension 20 x 2,8 bei 60 °C (Heizrohr 20, Stabil-Rohr 20)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 5.800 | | | | 498,71 | 0,85 | 616,73 | 332,47 | 0,57 | 303,34 | 249,36 | 0,43 | 183,35 |
| 5.950 | | | | 511,61 | 0,87 | 644,91 | 341,07 | 0,58 | 317,20 | 255,80 | 0,44 | 191,73 |
| 6.100 | | | | 524,51 | 0,89 | 673,63 | 349,67 | 0,60 | 331,33 | 262,25 | 0,45 | 200,27 |
| 6.250 | | | | 537,40 | 0,92 | 702,88 | 358,27 | 0,61 | 345,72 | 268,70 | 0,46 | 208,97 |
| 6.400 | | | | 550,30 | 0,94 | 732,67 | 366,87 | 0,63 | 360,37 | 275,15 | 0,47 | 217,82 |
| 6.550 | | | | 563,20 | 0,96 | 762,99 | 375,47 | 0,64 | 375,28 | 281,60 | 0,48 | 226,84 |
| 6.700 | | | | 576,10 | 0,98 | 793,83 | 384,06 | 0,66 | 390,45 | 288,05 | 0,49 | 236,01 |
| 6.850 | | | | 588,99 | 1,00 | 825,19 | 392,66 | 0,67 | 405,88 | 294,50 | 0,50 | 245,33 |
| 7.000 | | | | | | | 401,26 | 0,68 | 421,56 | 300,95 | 0,51 | 254,81 |
| 7.150 | | | | | | | 409,86 | 0,70 | 437,49 | 307,39 | 0,52 | 264,44 |
| 7.300 | | | | | | | 418,46 | 0,71 | 453,68 | 313,84 | 0,54 | 274,22 |
| 7.450 | | | | | | | 427,06 | 0,73 | 470,12 | 320,29 | 0,55 | 284,16 |
| 7.600 | | | | | | | 435,65 | 0,74 | 486,81 | 326,74 | 0,56 | 294,25 |
| 7.750 | | | | | | | 444,25 | 0,76 | 503,75 | 333,19 | 0,57 | 304,49 |
| 7.900 | | | | | | | 452,85 | 0,77 | 520,93 | 339,64 | 0,58 | 314,88 |
| 8.050 | | | | | | | 461,45 | 0,79 | 538,37 | 346,09 | 0,59 | 325,41 |
| 8.200 | | | | | | | 470,05 | 0,80 | 556,04 | 352,54 | 0,60 | 336,10 |
| 8.350 | | | | | | | 478,65 | 0,82 | 573,97 | 358,99 | 0,61 | 346,93 |
| 8.500 | | | | | | | 487,25 | 0,83 | 592,13 | 365,43 | 0,62 | 357,91 |
| 8.650 | | | | | | | 495,84 | 0,85 | 610,54 | 371,88 | 0,63 | 369,04 |
| 8.800 | | | | | | | 504,44 | 0,86 | 629,19 | 378,33 | 0,65 | 380,31 |
| 8.950 | | | | | | | 513,04 | 0,88 | 648,07 | 384,78 | 0,66 | 391,73 |
| 9.100 | | | | | | | 521,64 | 0,89 | 667,20 | 391,23 | 0,67 | 403,29 |
| 9.250 | | | | | | | 530,24 | 0,90 | 686,57 | 397,68 | 0,68 | 414,99 |
| 9.400 | | | | | | | 538,84 | 0,92 | 706,17 | 404,13 | 0,69 | 426,84 |
| 9.550 | | | | | | | 547,43 | 0,93 | 726,01 | 410,58 | 0,70 | 438,83 |
| 9.700 | | | | | | | 556,03 | 0,95 | 746,08 | 417,02 | 0,71 | 450,96 |
| 9.850 | | | | | | | 564,63 | 0,96 | 766,39 | 423,47 | 0,72 | 463,24 |
| 10.000 | | | | | | | 573,23 | 0,98 | 786,93 | 429,92 | 0,73 | 475,65 |
| 10.150 | | | | | | | 581,83 | 0,99 | 807,70 | 436,37 | 0,74 | 488,21 |

## Druckverluste der Dimension 20 x 2,8 bei 60 °C (Heizrohr 20, Stabil-Rohr 20)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 10.600 | | | | | | | | | | 455,72 | 0,78 | 526,72 |
| 10.750 | | | | | | | | | | 462,17 | 0,79 | 539,83 |
| 10.900 | | | | | | | | | | 468,62 | 0,80 | 553,08 |
| 11.050 | | | | | | | | | | 475,06 | 0,81 | 566,47 |
| 11.200 | | | | | | | | | | 481,51 | 0,82 | 579,99 |
| 11.350 | | | | | | | | | | 487,96 | 0,83 | 593,66 |
| 11.500 | | | | | | | | | | 494,41 | 0,84 | 607,45 |
| 11.650 | | | | | | | | | | 500,86 | 0,85 | 621,39 |
| 11.800 | | | | | | | | | | 507,31 | 0,87 | 635,46 |
| 11.950 | | | | | | | | | | 513,76 | 0,88 | 649,66 |
| 12.100 | | | | | | | | | | 520,21 | 0,89 | 664,00 |
| 12.250 | | | | | | | | | | 526,66 | 0,90 | 678,47 |
| 12.400 | | | | | | | | | | 533,10 | 0,91 | 693,07 |
| 12.550 | | | | | | | | | | 539,55 | 0,92 | 707,81 |
| 12.700 | | | | | | | | | | 546,00 | 0,93 | 722,68 |
| 12.850 | | | | | | | | | | 552,45 | 0,94 | 737,69 |
| 13.000 | | | | | | | | | | 558,90 | 0,95 | 752,82 |
| 13.150 | | | | | | | | | | 565,35 | 0,96 | 768,09 |
| 13.300 | | | | | | | | | | 571,80 | 0,98 | 783,49 |
| 13.450 | | | | | | | | | | 578,25 | 0,99 | 799,02 |
| 13.600 | | | | | | | | | | 584,69 | 1,00 | 814,68 |

## Druckverluste der Dimension 25 x 3,5 bei 60 °C (Heizrohr 25, Stabil-Rohr 25)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 2.000 | 343,94 | 0,38 | 111,53 | 171,97 | 0,19 | 33,16 | 114,65 | 0,13 | 16,31 | 85,98 | 0,09 | 9,86 |
| 2.200 | 378,33 | 0,41 | 131,77 | 189,17 | 0,21 | 39,18 | 126,11 | 0,14 | 19,27 | 94,58 | 0,10 | 11,65 |
| 2.400 | 412,73 | 0,45 | 153,44 | 206,36 | 0,23 | 45,62 | 137,58 | 0,15 | 22,44 | 103,18 | 0,11 | 13,56 |
| 2.600 | 447,12 | 0,49 | 176,51 | 223,56 | 0,24 | 52,48 | 149,04 | 0,16 | 25,81 | 111,78 | 0,12 | 15,60 |
| 2.800 | 481,51 | 0,53 | 200,96 | 240,76 | 0,26 | 59,74 | 160,50 | 0,18 | 29,39 | 120,38 | 0,13 | 17,76 |
| 3.000 | 515,91 | 0,56 | 226,74 | 257,95 | 0,28 | 67,41 | 171,97 | 0,19 | 33,16 | 128,98 | 0,14 | 20,04 |
| 3.200 | 550,30 | 0,60 | 253,86 | 275,15 | 0,30 | 75,47 | 183,43 | 0,20 | 37,12 | 137,58 | 0,15 | 22,44 |
| 3.400 | 584,69 | 0,64 | 282,27 | 292,35 | 0,32 | 83,92 | 194,90 | 0,21 | 41,28 | 146,17 | 0,16 | 24,95 |
| 3.600 | 619,09 | 0,68 | 311,96 | 309,54 | 0,34 | 92,75 | 206,36 | 0,23 | 45,62 | 154,77 | 0,17 | 27,57 |
| 3.800 | 653,48 | 0,71 | 342,92 | 326,74 | 0,36 | 101,95 | 217,83 | 0,24 | 50,15 | 163,37 | 0,18 | 30,31 |
| 4.000 | 687,88 | 0,75 | 375,13 | 343,94 | 0,38 | 111,53 | 229,29 | 0,25 | 54,86 | 171,97 | 0,19 | 33,16 |
| 4.200 | 722,27 | 0,79 | 408,56 | 361,13 | 0,39 | 121,47 | 240,76 | 0,26 | 59,74 | 180,57 | 0,20 | 36,11 |
| 4.400 | 756,66 | 0,83 | 443,22 | 378,33 | 0,41 | 131,77 | 252,22 | 0,28 | 64,81 | 189,17 | 0,21 | 39,18 |
| 4.600 | 791,06 | 0,86 | 479,07 | 395,53 | 0,43 | 142,43 | 263,69 | 0,29 | 70,05 | 197,76 | 0,22 | 42,34 |
| 4.800 | 825,45 | 0,90 | 516,11 | 412,73 | 0,45 | 153,44 | 275,15 | 0,30 | 75,47 | 206,36 | 0,23 | 45,62 |
| 5.000 | 859,85 | 0,94 | 554,33 | 429,92 | 0,47 | 164,80 | 286,62 | 0,31 | 81,06 | 214,96 | 0,23 | 49,00 |
| 5.200 | 894,24 | 0,98 | 593,72 | 447,12 | 0,49 | 176,51 | 298,08 | 0,33 | 86,82 | 223,56 | 0,24 | 52,48 |
| 5.400 | 928,63 | 1,01 | 634,25 | 464,32 | 0,51 | 188,56 | 309,54 | 0,34 | 92,75 | 232,16 | 0,25 | 56,06 |
| 5.600 | | | | 481,51 | 0,53 | 200,96 | 321,01 | 0,35 | 98,84 | 240,76 | 0,26 | 59,74 |
| 5.800 | | | | 498,71 | 0,54 | 213,68 | 332,47 | 0,36 | 105,10 | 249,36 | 0,27 | 63,53 |
| 6.000 | | | | 515,91 | 0,56 | 226,74 | 343,94 | 0,38 | 111,53 | 257,95 | 0,28 | 67,41 |
| 6.200 | | | | 533,10 | 0,58 | 240,14 | 355,40 | 0,39 | 118,11 | 266,55 | 0,29 | 71,39 |
| 6.400 | | | | 550,30 | 0,60 | 253,86 | 366,87 | 0,40 | 124,86 | 275,15 | 0,30 | 75,47 |
| 6.600 | | | | 567,50 | 0,62 | 267,90 | 378,33 | 0,41 | 131,77 | 283,75 | 0,31 | 79,65 |
| 6.800 | | | | 584,69 | 0,64 | 282,27 | 389,80 | 0,43 | 138,84 | 292,35 | 0,32 | 83,92 |
| 7.000 | | | | 601,89 | 0,66 | 296,96 | 401,26 | 0,44 | 146,06 | 300,95 | 0,33 | 88,29 |
| 7.200 | | | | 619,09 | 0,68 | 311,96 | 412,73 | 0,45 | 153,44 | 309,54 | 0,34 | 92,75 |
| 7.400 | | | | 636,29 | 0,69 | 327,29 | 424,19 | 0,46 | 160,98 | 318,14 | 0,35 | 97,30 |
| 7.600 | | | | 653,48 | 0,71 | 342,92 | 435,65 | 0,48 | 168,67 | 326,74 | 0,36 | 101,95 |
| 7.800 | | | | 670,68 | 0,73 | 358,87 | 447,12 | 0,49 | 176,51 | 335,34 | 0,37 | 106,69 |

## Druckverluste der Dimension 25 x 3,5 bei 60 °C (Heizrohr 25, Stabil-Rohr 25)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 8.400 | | | | 722,27 | 0,79 | 408,56 | 481,51 | 0,53 | 200,96 | 361,13 | 0,39 | 121,47 |
| 8.600 | | | | 739,47 | 0,81 | 425,74 | 492,98 | 0,54 | 209,40 | 369,73 | 0,40 | 126,57 |
| 8.800 | | | | 756,66 | 0,83 | 443,22 | 504,44 | 0,55 | 218,00 | 378,33 | 0,41 | 131,77 |
| 9.000 | | | | 773,86 | 0,84 | 460,99 | 515,91 | 0,56 | 226,74 | 386,93 | 0,42 | 137,05 |
| 9.200 | | | | 791,06 | 0,86 | 479,07 | 527,37 | 0,58 | 235,64 | 395,53 | 0,43 | 142,43 |
| 9.400 | | | | 808,25 | 0,88 | 497,45 | 538,84 | 0,59 | 244,67 | 404,13 | 0,44 | 147,89 |
| 9.600 | | | | 825,45 | 0,90 | 516,11 | 550,30 | 0,60 | 253,86 | 412,73 | 0,45 | 153,44 |
| 9.800 | | | | 842,65 | 0,92 | 535,08 | 561,77 | 0,61 | 263,18 | 421,32 | 0,46 | 159,08 |
| 10.000 | | | | 859,85 | 0,94 | 554,33 | 573,23 | 0,63 | 272,65 | 429,92 | 0,47 | 164,80 |
| 10.200 | | | | 877,04 | 0,96 | 573,88 | 584,69 | 0,64 | 282,27 | 438,52 | 0,48 | 170,62 |
| 10.400 | | | | 894,24 | 0,98 | 593,72 | 596,16 | 0,65 | 292,03 | 447,12 | 0,49 | 176,51 |
| 10.600 | | | | 911,44 | 0,99 | 613,84 | 607,62 | 0,66 | 301,92 | 455,72 | 0,50 | 182,50 |
| 10.800 | | | | 928,63 | 1,01 | 634,25 | 619,09 | 0,68 | 311,96 | 464,32 | 0,51 | 188,56 |
| 11.000 | | | | | | | 630,55 | 0,69 | 322,14 | 472,91 | 0,52 | 194,72 |
| 11.200 | | | | | | | 642,02 | 0,70 | 332,46 | 481,51 | 0,53 | 200,96 |
| 11.400 | | | | | | | 653,48 | 0,71 | 342,92 | 490,11 | 0,54 | 207,28 |
| 11.600 | | | | | | | 664,95 | 0,73 | 353,52 | 498,71 | 0,54 | 213,68 |
| 11.800 | | | | | | | 676,41 | 0,74 | 364,25 | 507,31 | 0,55 | 220,17 |
| 12.000 | | | | | | | 687,88 | 0,75 | 375,13 | 515,91 | 0,56 | 226,74 |
| 12.200 | | | | | | | 699,34 | 0,76 | 386,14 | 524,51 | 0,57 | 233,40 |
| 12.400 | | | | | | | 710,81 | 0,78 | 397,28 | 533,10 | 0,58 | 240,14 |
| 12.600 | | | | | | | 722,27 | 0,79 | 408,56 | 541,70 | 0,59 | 246,95 |
| 12.800 | | | | | | | 733,73 | 0,80 | 419,98 | 550,30 | 0,60 | 253,86 |
| 13.000 | | | | | | | 745,20 | 0,81 | 431,53 | 558,90 | 0,61 | 260,84 |
| 13.200 | | | | | | | 756,66 | 0,83 | 443,22 | 567,50 | 0,62 | 267,90 |
| 13.400 | | | | | | | 768,13 | 0,84 | 455,04 | 576,10 | 0,63 | 275,04 |
| 13.600 | | | | | | | 779,59 | 0,85 | 466,99 | 584,69 | 0,64 | 282,27 |
| 13.800 | | | | | | | 791,06 | 0,86 | 479,07 | 593,29 | 0,65 | 289,57 |
| 14.000 | | | | | | | 802,52 | 0,88 | 491,29 | 601,89 | 0,66 | 296,96 |
| 14.200 | | | | | | | 813,99 | 0,89 | 503,64 | 610,49 | 0,67 | 304,42 |

## Druckverluste der Dimension 25 x 3,5 bei 60 °C (Heizrohr 25, Stabil-Rohr 25)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 14.800 | | | | | | | 848,38 | 0,93 | 541,46 | 636,29 | 0,69 | 327,29 |
| 15.000 | | | | | | | 859,85 | 0,94 | 554,33 | 644,88 | 0,70 | 335,06 |
| 15.200 | | | | | | | 871,31 | 0,95 | 567,33 | 653,48 | 0,71 | 342,92 |
| 15.400 | | | | | | | 882,77 | 0,96 | 580,46 | 662,08 | 0,72 | 350,86 |
| 15.600 | | | | | | | 894,24 | 0,98 | 593,72 | 670,68 | 0,73 | 358,87 |
| 15.800 | | | | | | | 905,70 | 0,99 | 607,10 | 679,28 | 0,74 | 366,96 |
| 16.000 | | | | | | | 917,17 | 1,00 | 620,61 | 687,88 | 0,75 | 375,13 |
| 16.200 | | | | | | | | | | 696,47 | 0,76 | 383,37 |
| 16.400 | | | | | | | | | | 705,07 | 0,77 | 391,69 |
| 16.600 | | | | | | | | | | 713,67 | 0,78 | 400,09 |
| 16.800 | | | | | | | | | | 722,27 | 0,79 | 408,56 |
| 17.000 | | | | | | | | | | 730,87 | 0,80 | 417,11 |
| 17.200 | | | | | | | | | | 739,47 | 0,81 | 425,74 |
| 17.400 | | | | | | | | | | 748,07 | 0,82 | 434,44 |
| 17.600 | | | | | | | | | | 756,66 | 0,83 | 443,22 |
| 17.800 | | | | | | | | | | 765,26 | 0,84 | 452,07 |
| 18.000 | | | | | | | | | | 773,86 | 0,84 | 460,99 |
| 18.200 | | | | | | | | | | 782,46 | 0,85 | 470,00 |
| 18.400 | | | | | | | | | | 791,06 | 0,86 | 479,07 |
| 18.600 | | | | | | | | | | 799,66 | 0,87 | 488,22 |
| 18.800 | | | | | | | | | | 808,25 | 0,88 | 497,45 |
| 19.000 | | | | | | | | | | 816,85 | 0,89 | 506,74 |
| 19.200 | | | | | | | | | | 825,45 | 0,90 | 516,11 |
| 19.400 | | | | | | | | | | 834,05 | 0,91 | 525,56 |
| 19.600 | | | | | | | | | | 842,65 | 0,92 | 535,08 |
| 19.800 | | | | | | | | | | 851,25 | 0,93 | 544,67 |
| 20.000 | | | | | | | | | | 859,85 | 0,94 | 554,33 |
| 20.200 | | | | | | | | | | 868,44 | 0,95 | 564,07 |
| 20.400 | | | | | | | | | | 877,04 | 0,96 | 573,88 |
| 20.600 | | | | | | | | | | 885,64 | 0,97 | 583,76 |

## Druckverluste der Dimension 32 x 4,4 bei 60 °C (Heizrohr 32, Stabil-Rohr 32)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 3.000 | 515,91 | 0,34 | 67,92 | 257,95 | 0,17 | 20,19 | 171,97 | 0,11 | 9,93 | 128,98 | 0,08 | 6,00 |
| 3.350 | 576,10 | 0,38 | 82,39 | 288,05 | 0,19 | 24,49 | 192,03 | 0,13 | 12,05 | 144,02 | 0,09 | 7,28 |
| 3.700 | 636,29 | 0,42 | 98,04 | 318,14 | 0,21 | 29,15 | 212,10 | 0,14 | 14,34 | 159,07 | 0,10 | 8,67 |
| 4.050 | 696,47 | 0,46 | 114,84 | 348,24 | 0,23 | 34,14 | 232,16 | 0,15 | 16,79 | 174,12 | 0,11 | 10,15 |
| 4.400 | 756,66 | 0,50 | 132,77 | 378,33 | 0,25 | 39,47 | 252,22 | 0,17 | 19,41 | 189,17 | 0,12 | 11,74 |
| 4.750 | 816,85 | 0,54 | 151,80 | 408,43 | 0,27 | 45,13 | 272,28 | 0,18 | 22,20 | 204,21 | 0,13 | 13,42 |
| 5.100 | 877,04 | 0,58 | 171,91 | 438,52 | 0,29 | 51,11 | 292,35 | 0,19 | 25,14 | 219,26 | 0,14 | 15,19 |
| 5.450 | 937,23 | 0,62 | 193,08 | 468,62 | 0,31 | 57,40 | 312,41 | 0,21 | 28,23 | 234,31 | 0,15 | 17,07 |
| 5.800 | 997,42 | 0,66 | 215,30 | 498,71 | 0,33 | 64,01 | 332,47 | 0,22 | 31,48 | 249,36 | 0,16 | 19,03 |
| 6.150 | 1057,61 | 0,69 | 238,55 | 528,80 | 0,35 | 70,92 | 352,54 | 0,23 | 34,88 | 264,40 | 0,17 | 21,09 |
| 6.500 | 1117,80 | 0,73 | 262,81 | 558,90 | 0,37 | 78,14 | 372,60 | 0,24 | 38,43 | 279,45 | 0,18 | 23,23 |
| 6.850 | 1177,99 | 0,77 | 288,08 | 588,99 | 0,39 | 85,65 | 392,66 | 0,26 | 42,13 | 294,50 | 0,19 | 25,46 |
| 7.200 | 1238,18 | 0,81 | 314,33 | 619,09 | 0,41 | 93,45 | 412,73 | 0,27 | 45,96 | 309,54 | 0,20 | 27,78 |
| 7.550 | 1298,37 | 0,85 | 341,55 | 649,18 | 0,43 | 101,54 | 432,79 | 0,28 | 49,95 | 324,59 | 0,21 | 30,19 |
| 7.900 | 1358,56 | 0,89 | 369,74 | 679,28 | 0,45 | 109,92 | 452,85 | 0,30 | 54,07 | 339,64 | 0,22 | 32,68 |
| 8.250 | 1418,74 | 0,93 | 398,88 | 709,37 | 0,47 | 118,59 | 472,91 | 0,31 | 58,33 | 354,69 | 0,23 | 35,26 |
| 8.600 | 1478,93 | 0,97 | 428,97 | 739,47 | 0,49 | 127,53 | 492,98 | 0,32 | 62,73 | 369,73 | 0,24 | 37,92 |
| 8.950 | 1539,12 | 1,01 | 459,98 | 769,56 | 0,51 | 136,75 | 513,04 | 0,34 | 67,26 | 384,78 | 0,25 | 40,66 |
| 9.300 | | | | 799,66 | 0,53 | 146,25 | 533,10 | 0,35 | 71,93 | 399,83 | 0,26 | 43,48 |
| 9.650 | | | | 829,75 | 0,55 | 156,02 | 553,17 | 0,36 | 76,74 | 414,88 | 0,27 | 46,38 |
| 10.000 | | | | 859,85 | 0,57 | 166,05 | 573,23 | 0,38 | 81,67 | 429,92 | 0,28 | 49,37 |
| 10.350 | | | | 889,94 | 0,58 | 176,36 | 593,29 | 0,39 | 86,74 | 444,97 | 0,29 | 52,43 |
| 10.700 | | | | 920,03 | 0,60 | 186,93 | 613,36 | 0,40 | 91,94 | 460,02 | 0,30 | 55,57 |
| 11.050 | | | | 950,13 | 0,62 | 197,76 | 633,42 | 0,42 | 97,27 | 475,06 | 0,31 | 58,79 |
| 11.400 | | | | 980,22 | 0,64 | 208,85 | 653,48 | 0,43 | 102,72 | 490,11 | 0,32 | 62,09 |
| 11.750 | | | | 1010,32 | 0,66 | 220,20 | 673,55 | 0,44 | 108,31 | 505,16 | 0,33 | 65,47 |
| 12.100 | | | | 1040,41 | 0,68 | 231,80 | 693,61 | 0,46 | 114,02 | 520,21 | 0,34 | 68,92 |
| 12.450 | | | | 1070,51 | 0,70 | 243,67 | 713,67 | 0,47 | 119,85 | 535,25 | 0,35 | 72,44 |
| 12.800 | | | | 1100,60 | 0,72 | 255,78 | 733,73 | 0,48 | 125,81 | 550,30 | 0,36 | 76,04 |
| 13.150 | | | | 1130,70 | 0,74 | 268,14 | 753,80 | 0,50 | 131,89 | 565,35 | 0,37 | 79,72 |

## Druckverluste der Dimension 32 x 4,4 bei 60 °C (Heizrohr 32, Stabil-Rohr 32)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 14.200 | | | | 1220,98 | 0,80 | 306,73 | 813,99 | 0,53 | 150,87 | 610,49 | 0,40 | 91,19 |
| 14.550 | | | | 1251,07 | 0,82 | 320,08 | 834,05 | 0,55 | 157,43 | 625,54 | 0,41 | 95,16 |
| 14.900 | | | | 1281,17 | 0,84 | 333,68 | 854,11 | 0,56 | 164,12 | 640,58 | 0,42 | 99,20 |
| 15.250 | | | | 1311,26 | 0,86 | 347,51 | 874,18 | 0,57 | 170,93 | 655,63 | 0,43 | 103,32 |
| 15.600 | | | | 1341,36 | 0,88 | 361,59 | 894,24 | 0,59 | 177,85 | 670,68 | 0,44 | 107,50 |
| 15.950 | | | | 1371,45 | 0,90 | 375,91 | 914,30 | 0,60 | 184,89 | 685,73 | 0,45 | 111,76 |
| 16.300 | | | | 1401,55 | 0,92 | 390,46 | 934,37 | 0,61 | 192,05 | 700,77 | 0,46 | 116,08 |
| 16.650 | | | | 1431,64 | 0,94 | 405,25 | 954,43 | 0,63 | 199,33 | 715,82 | 0,47 | 120,48 |
| 17.000 | | | | 1461,74 | 0,96 | 420,28 | 974,49 | 0,64 | 206,72 | 730,87 | 0,48 | 124,95 |
| 17.350 | | | | 1491,83 | 0,98 | 435,53 | 994,55 | 0,65 | 214,22 | 745,92 | 0,49 | 129,49 |
| 17.700 | | | | 1521,93 | 1,00 | 451,03 | 1014,62 | 0,67 | 221,84 | 760,96 | 0,50 | 134,09 |
| 18.050 | | | | | | | 1034,68 | 0,68 | 229,57 | 776,01 | 0,51 | 138,77 |
| 18.400 | | | | | | | 1054,74 | 0,69 | 237,42 | 791,06 | 0,52 | 143,51 |
| 18.750 | | | | | | | 1074,81 | 0,71 | 245,38 | 806,10 | 0,53 | 148,32 |
| 19.100 | | | | | | | 1094,87 | 0,72 | 253,45 | 821,15 | 0,54 | 153,20 |
| 19.450 | | | | | | | 1114,93 | 0,73 | 261,64 | 836,20 | 0,55 | 158,14 |
| 19.800 | | | | | | | 1135,00 | 0,75 | 269,93 | 851,25 | 0,56 | 163,16 |
| 20.150 | | | | | | | 1155,06 | 0,76 | 278,34 | 866,29 | 0,57 | 168,24 |
| 20.500 | | | | | | | 1175,12 | 0,77 | 286,85 | 881,34 | 0,58 | 173,39 |
| 20.850 | | | | | | | 1195,18 | 0,79 | 295,48 | 896,39 | 0,59 | 178,60 |
| 21.200 | | | | | | | 1215,25 | 0,80 | 304,21 | 911,44 | 0,60 | 183,88 |
| 21.550 | | | | | | | 1235,31 | 0,81 | 313,06 | 926,48 | 0,61 | 189,22 |
| 21.900 | | | | | | | 1255,37 | 0,82 | 322,01 | 941,53 | 0,62 | 194,64 |
| 22.250 | | | | | | | 1275,44 | 0,84 | 331,07 | 956,58 | 0,63 | 200,11 |
| 22.600 | | | | | | | 1295,50 | 0,85 | 340,23 | 971,63 | 0,64 | 205,65 |
| 22.950 | | | | | | | 1315,56 | 0,86 | 349,51 | 986,67 | 0,65 | 211,26 |
| 23.300 | | | | | | | 1335,63 | 0,88 | 358,89 | 1001,72 | 0,66 | 216,93 |
| 23.650 | | | | | | | 1355,69 | 0,89 | 368,38 | 1016,77 | 0,67 | 222,66 |
| 24.000 | | | | | | | 1375,75 | 0,90 | 377,97 | 1031,81 | 0,68 | 228,46 |
| 24.350 | | | | | | | 1395,82 | 0,92 | 387,67 | 1046,86 | 0,69 | 234,33 |

## Druckverluste der Dimension 32 x 4,4 bei 60 °C (Heizrohr 32, Stabil-Rohr 32)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 25.400 | | | | | | | 1456,00 | 0,96 | 417,40 | 1092,00 | 0,72 | 252,29 |
| 25.750 | | | | | | | 1476,07 | 0,97 | 427,51 | 1107,05 | 0,73 | 258,41 |
| 26.100 | | | | | | | 1496,13 | 0,98 | 437,73 | 1122,10 | 0,74 | 264,59 |
| 26.450 | | | | | | | 1516,19 | 1,00 | 448,06 | 1137,15 | 0,75 | 270,83 |
| 26.800 | | | | | | | | | | 1152,19 | 0,76 | 277,13 |
| 27.150 | | | | | | | | | | 1167,24 | 0,77 | 283,49 |
| 27.500 | | | | | | | | | | 1182,29 | 0,78 | 289,92 |
| 27.850 | | | | | | | | | | 1197,33 | 0,79 | 296,41 |
| 28.200 | | | | | | | | | | 1212,38 | 0,80 | 302,96 |
| 28.550 | | | | | | | | | | 1227,43 | 0,81 | 309,57 |
| 28.900 | | | | | | | | | | 1242,48 | 0,82 | 316,24 |
| 29.250 | | | | | | | | | | 1257,52 | 0,83 | 322,97 |
| 29.600 | | | | | | | | | | 1272,57 | 0,84 | 329,77 |
| 29.950 | | | | | | | | | | 1287,62 | 0,85 | 336,62 |
| 30.300 | | | | | | | | | | 1302,67 | 0,86 | 343,53 |
| 30.650 | | | | | | | | | | 1317,71 | 0,87 | 350,51 |
| 31.000 | | | | | | | | | | 1332,76 | 0,88 | 357,54 |
| 31.350 | | | | | | | | | | 1347,81 | 0,89 | 364,64 |
| 31.700 | | | | | | | | | | 1362,85 | 0,90 | 371,79 |
| 32.050 | | | | | | | | | | 1377,90 | 0,91 | 379,00 |
| 32.400 | | | | | | | | | | 1392,95 | 0,92 | 386,28 |
| 32.750 | | | | | | | | | | 1408,00 | 0,93 | 393,61 |
| 33.100 | | | | | | | | | | 1423,04 | 0,94 | 401,00 |
| 33.450 | | | | | | | | | | 1438,09 | 0,94 | 408,45 |
| 33.800 | | | | | | | | | | 1453,14 | 0,95 | 415,96 |
| 34.150 | | | | | | | | | | 1468,19 | 0,96 | 423,53 |
| 34.500 | | | | | | | | | | 1483,23 | 0,97 | 431,15 |
| 34.850 | | | | | | | | | | 1498,28 | 0,98 | 438,83 |
| 35.200 | | | | | | | | | | 1513,33 | 0,99 | 446,58 |
| 35.550 | | | | | | | | | | 1528,37 | 1,00 | 454,38 |

## Druckverluste der Dimension 42,2 x 4,6 bei 60 °C (Stabil-Rohr 40)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 5.000 | 859,85 | 0,28 | 31,14 | 429,92 | 0,14 | 9,26 | 286,62 | 0,09 | 4,55 | 214,96 | 0,07 | 2,75 |
| 5.600 | 963,03 | 0,31 | 37,98 | 481,51 | 0,16 | 11,29 | 321,01 | 0,10 | 5,55 | 240,76 | 0,08 | 3,36 |
| 6.200 | 1066,21 | 0,35 | 45,38 | 533,10 | 0,17 | 13,49 | 355,40 | 0,12 | 6,64 | 266,55 | 0,09 | 4,01 |
| 6.800 | 1169,39 | 0,38 | 53,34 | 584,69 | 0,19 | 15,86 | 389,80 | 0,13 | 7,80 | 292,35 | 0,09 | 4,71 |
| 7.400 | 1272,57 | 0,41 | 61,85 | 636,29 | 0,21 | 18,39 | 424,19 | 0,14 | 9,04 | 318,14 | 0,10 | 5,47 |
| 8.000 | 1375,75 | 0,45 | 70,89 | 687,88 | 0,22 | 21,08 | 458,58 | 0,15 | 10,37 | 343,94 | 0,11 | 6,27 |
| 8.600 | 1478,93 | 0,48 | 80,45 | 739,47 | 0,24 | 23,92 | 492,98 | 0,16 | 11,76 | 369,73 | 0,12 | 7,11 |
| 9.200 | 1582,12 | 0,51 | 90,53 | 791,06 | 0,26 | 26,92 | 527,37 | 0,17 | 13,24 | 395,53 | 0,13 | 8,00 |
| 9.800 | 1685,30 | 0,55 | 101,12 | 842,65 | 0,27 | 30,06 | 561,77 | 0,18 | 14,79 | 421,32 | 0,14 | 8,94 |
| 10.400 | 1788,48 | 0,58 | 112,20 | 894,24 | 0,29 | 33,36 | 596,16 | 0,19 | 16,41 | 447,12 | 0,15 | 9,92 |
| 11.000 | 1891,66 | 0,61 | 123,77 | 945,83 | 0,31 | 36,80 | 630,55 | 0,20 | 18,10 | 472,91 | 0,15 | 10,94 |
| 11.600 | 1994,84 | 0,65 | 135,82 | 997,42 | 0,32 | 40,38 | 664,95 | 0,22 | 19,86 | 498,71 | 0,16 | 12,01 |
| 12.200 | 2098,02 | 0,68 | 148,36 | 1049,01 | 0,34 | 44,11 | 699,34 | 0,23 | 21,69 | 524,51 | 0,17 | 13,11 |
| 12.800 | 2201,20 | 0,71 | 161,36 | 1100,60 | 0,36 | 47,97 | 733,73 | 0,24 | 23,60 | 550,30 | 0,18 | 14,26 |
| 13.400 | 2304,39 | 0,75 | 174,83 | 1152,19 | 0,37 | 51,98 | 768,13 | 0,25 | 25,57 | 576,10 | 0,19 | 15,45 |
| 14.000 | 2407,57 | 0,78 | 188,76 | 1203,78 | 0,39 | 56,12 | 802,52 | 0,26 | 27,60 | 601,89 | 0,20 | 16,68 |
| 14.600 | 2510,75 | 0,82 | 203,14 | 1255,37 | 0,41 | 60,39 | 836,92 | 0,27 | 29,71 | 627,69 | 0,20 | 17,96 |
| 15.200 | 2613,93 | 0,85 | 217,97 | 1306,96 | 0,42 | 64,80 | 871,31 | 0,28 | 31,87 | 653,48 | 0,21 | 19,27 |
| 15.800 | 2717,11 | 0,88 | 233,25 | 1358,56 | 0,44 | 69,35 | 905,70 | 0,29 | 34,11 | 679,28 | 0,22 | 20,62 |
| 16.400 | 2820,29 | 0,92 | 248,97 | 1410,15 | 0,46 | 74,02 | 940,10 | 0,31 | 36,41 | 705,07 | 0,23 | 22,01 |
| 17.000 | 2923,47 | 0,95 | 265,13 | 1461,74 | 0,47 | 78,82 | 974,49 | 0,32 | 38,77 | 730,87 | 0,24 | 23,43 |
| 17.600 | 3026,66 | 0,98 | 281,72 | 1513,33 | 0,49 | 83,76 | 1008,89 | 0,33 | 41,20 | 756,66 | 0,25 | 24,90 |
| 18.200 | 3129,84 | 1,02 | 298,75 | 1564,92 | 0,51 | 88,82 | 1043,28 | 0,34 | 43,69 | 782,46 | 0,25 | 26,41 |
| 18.800 | | | | 1616,51 | 0,52 | 94,01 | 1077,67 | 0,35 | 46,24 | 808,25 | 0,26 | 27,95 |
| 19.400 | | | | 1668,10 | 0,54 | 99,32 | 1112,07 | 0,36 | 48,85 | 834,05 | 0,27 | 29,53 |
| 20.000 | | | | 1719,69 | 0,56 | 104,76 | 1146,46 | 0,37 | 51,52 | 859,85 | 0,28 | 31,14 |
| 20.600 | | | | 1771,28 | 0,58 | 110,32 | 1180,85 | 0,38 | 54,26 | 885,64 | 0,29 | 32,80 |
| 21.200 | | | | 1822,87 | 0,59 | 116,00 | 1215,25 | 0,39 | 57,06 | 911,44 | 0,30 | 34,49 |
| 21.800 | | | | 1874,46 | 0,61 | 121,81 | 1249,64 | 0,41 | 59,91 | 937,23 | 0,30 | 36,21 |
| 22.400 | | | | 1926,05 | 0,63 | 127,73 | 1284,04 | 0,42 | 62,83 | 963,03 | 0,31 | 37,98 |

## Druckverluste der Dimension 42,2 x 4,6 bei 60 °C (Stabil-Rohr 40)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 24.200 | | | | 2080,83 | 0,68 | 146,24 | 1387,22 | 0,45 | 71,93 | 1040,41 | 0,34 | 43,48 |
| 24.800 | | | | 2132,42 | 0,69 | 152,64 | 1421,61 | 0,46 | 75,08 | 1066,21 | 0,35 | 45,38 |
| 25.400 | | | | 2184,01 | 0,71 | 159,16 | 1456,00 | 0,47 | 78,28 | 1092,00 | 0,35 | 47,32 |
| 26.000 | | | | 2235,60 | 0,73 | 165,80 | 1490,40 | 0,48 | 81,55 | 1117,80 | 0,36 | 49,29 |
| 26.600 | | | | 2287,19 | 0,74 | 172,55 | 1524,79 | 0,50 | 84,87 | 1143,59 | 0,37 | 51,30 |
| 27.200 | | | | 2338,78 | 0,76 | 179,42 | 1559,19 | 0,51 | 88,25 | 1169,39 | 0,38 | 53,34 |
| 27.800 | | | | 2390,37 | 0,78 | 186,40 | 1593,58 | 0,52 | 91,68 | 1195,18 | 0,39 | 55,42 |
| 28.400 | | | | 2441,96 | 0,79 | 193,50 | 1627,97 | 0,53 | 95,17 | 1220,98 | 0,40 | 57,53 |
| 29.000 | | | | 2493,55 | 0,81 | 200,71 | 1662,37 | 0,54 | 98,72 | 1246,78 | 0,40 | 59,67 |
| 29.600 | | | | 2545,14 | 0,83 | 208,03 | 1696,76 | 0,55 | 102,32 | 1272,57 | 0,41 | 61,85 |
| 30.200 | | | | 2596,73 | 0,84 | 215,47 | 1731,16 | 0,56 | 105,98 | 1298,37 | 0,42 | 64,06 |
| 30.800 | | | | 2648,32 | 0,86 | 223,02 | 1765,55 | 0,57 | 109,69 | 1324,16 | 0,43 | 66,30 |
| 31.400 | | | | 2699,91 | 0,88 | 230,68 | 1799,94 | 0,58 | 113,46 | 1349,96 | 0,44 | 68,58 |
| 32.000 | | | | 2751,50 | 0,89 | 238,44 | 1834,34 | 0,60 | 117,28 | 1375,75 | 0,45 | 70,89 |
| 32.600 | | | | 2803,10 | 0,91 | 246,32 | 1868,73 | 0,61 | 121,16 | 1401,55 | 0,46 | 73,23 |
| 33.200 | | | | 2854,69 | 0,93 | 254,31 | 1903,12 | 0,62 | 125,09 | 1427,34 | 0,46 | 75,61 |
| 33.800 | | | | 2906,28 | 0,94 | 262,41 | 1937,52 | 0,63 | 129,07 | 1453,14 | 0,47 | 78,01 |
| 34.400 | | | | 2957,87 | 0,96 | 270,62 | 1971,91 | 0,64 | 133,10 | 1478,93 | 0,48 | 80,45 |
| 35.000 | | | | 3009,46 | 0,98 | 278,93 | 2006,31 | 0,65 | 137,19 | 1504,73 | 0,49 | 82,93 |
| 35.600 | | | | 3061,05 | 0,99 | 287,35 | 2040,70 | 0,66 | 141,34 | 1530,52 | 0,50 | 85,43 |
| 36.200 | | | | 3112,64 | 1,01 | 295,88 | 2075,09 | 0,67 | 145,53 | 1556,32 | 0,51 | 87,97 |
| 36.800 | | | | | | | 2109,49 | 0,69 | 149,78 | 1582,12 | 0,51 | 90,53 |
| 37.400 | | | | | | | 2143,88 | 0,70 | 154,08 | 1607,91 | 0,52 | 93,13 |
| 38.000 | | | | | | | 2178,27 | 0,71 | 158,43 | 1633,71 | 0,53 | 95,76 |
| 38.600 | | | | | | | 2212,67 | 0,72 | 162,83 | 1659,50 | 0,54 | 98,42 |
| 39.200 | | | | | | | 2247,06 | 0,73 | 167,29 | 1685,30 | 0,55 | 101,12 |
| 39.800 | | | | | | | 2281,46 | 0,74 | 171,79 | 1711,09 | 0,56 | 103,84 |
| 40.400 | | | | | | | 2315,85 | 0,75 | 176,35 | 1736,89 | 0,56 | 106,60 |
| 41.000 | | | | | | | 2350,24 | 0,76 | 180,96 | 1762,68 | 0,57 | 109,38 |
| 41.600 | | | | | | | 2384,64 | 0,77 | 185,62 | 1788,48 | 0,58 | 112,20 |

## Druckverluste der Dimension 42,2 x 4,6 bei 60 °C (Stabil-Rohr 40)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 43.400 | | | | | | | 2487,82 | 0,81 | 199,90 | 1865,86 | 0,61 | 120,83 |
| 44.000 | | | | | | | 2522,21 | 0,82 | 204,77 | 1891,66 | 0,61 | 123,77 |
| 44.600 | | | | | | | 2556,61 | 0,83 | 209,68 | 1917,45 | 0,62 | 126,74 |
| 45.200 | | | | | | | 2591,00 | 0,84 | 214,64 | 1943,25 | 0,63 | 129,74 |
| 45.800 | | | | | | | 2625,39 | 0,85 | 219,65 | 1969,05 | 0,64 | 132,77 |
| 46.400 | | | | | | | 2659,79 | 0,86 | 224,71 | 1994,84 | 0,65 | 135,82 |
| 47.000 | | | | | | | 2694,18 | 0,87 | 229,82 | 2020,64 | 0,66 | 138,91 |
| 47.600 | | | | | | | 2728,58 | 0,89 | 234,98 | 2046,43 | 0,66 | 142,03 |
| 48.200 | | | | | | | 2762,97 | 0,90 | 240,19 | 2072,23 | 0,67 | 145,18 |
| 48.800 | | | | | | | 2797,36 | 0,91 | 245,44 | 2098,02 | 0,68 | 148,36 |
| 49.400 | | | | | | | 2831,76 | 0,92 | 250,75 | 2123,82 | 0,69 | 151,56 |
| 50.000 | | | | | | | 2866,15 | 0,93 | 256,10 | 2149,61 | 0,70 | 154,80 |
| 50.600 | | | | | | | 2900,54 | 0,94 | 261,50 | 2175,41 | 0,71 | 158,06 |
| 51.200 | | | | | | | 2934,94 | 0,95 | 266,95 | 2201,20 | 0,71 | 161,36 |
| 51.800 | | | | | | | 2969,33 | 0,96 | 272,45 | 2227,00 | 0,72 | 164,68 |
| 52.400 | | | | | | | 3003,73 | 0,98 | 278,00 | 2252,79 | 0,73 | 168,04 |
| 53.000 | | | | | | | 3038,12 | 0,99 | 283,59 | 2278,59 | 0,74 | 171,42 |
| 53.600 | | | | | | | 3072,51 | 1,00 | 289,24 | 2304,39 | 0,75 | 174,83 |
| 54.200 | | | | | | | | | | 2330,18 | 0,76 | 178,27 |
| 54.800 | | | | | | | | | | 2355,98 | 0,77 | 181,73 |
| 55.400 | | | | | | | | | | 2381,77 | 0,77 | 185,23 |
| 56.000 | | | | | | | | | | 2407,57 | 0,78 | 188,76 |
| 56.600 | | | | | | | | | | 2433,36 | 0,79 | 192,31 |

## Druckverluste der Dimension 52,2 x 5,65 bei 60 °C (Stabil-Rohr 50)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 57.800 | | | | | | | | | | 2484,95 | 0,81 | 199,50 |
| 58.400 | | | | | | | | | | 2510,75 | 0,82 | 203,14 |
| 59.000 | | | | | | | | | | 2536,54 | 0,82 | 206,81 |
| 59.600 | | | | | | | | | | 2562,34 | 0,83 | 210,50 |
| 60.200 | | | | | | | | | | 2588,13 | 0,84 | 214,22 |
| 60.800 | | | | | | | | | | 2613,93 | 0,85 | 217,97 |
| 7.000 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 601,89 | 0,13 | 6,02 | 401,26 | 0,08 | 2,96 | 300,95 | 0,06 | 1,79 |
| 8.000 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 687,88 | 0,15 | 7,60 | 458,58 | 0,10 | 3,74 | 343,94 | 0,07 | 2,26 |
| 9.000 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 773,86 | 0,16 | 9,34 | 515,91 | 0,11 | 4,60 | 386,93 | 0,08 | 2,78 |
| 10.000 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 | 859,85 | 0,18 | 11,24 | 573,23 | 0,12 | 5,53 | 429,92 | 0,09 | 3,34 |
| 11.000 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 | 945,83 | 0,20 | 13,28 | 630,55 | 0,13 | 6,53 | 472,91 | 0,10 | 3,95 |
| 12.000 | 2063,63 | 0,44 | 52,00 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 | 687,88 | 0,15 | 7,60 | 515,91 | 0,11 | 4,60 |
| 13.000 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 | 1117,80 | 0,24 | 17,78 | 745,20 | 0,16 | 8,75 | 558,90 | 0,12 | 5,29 |
| 14.000 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 802,52 | 0,17 | 9,96 | 601,89 | 0,13 | 6,02 |
| 15.000 | 2579,54 | 0,55 | 76,84 | 1289,77 | 0,27 | 22,84 | 859,85 | 0,18 | 11,24 | 644,88 | 0,14 | 6,79 |
| 16.000 | 2751,50 | 0,58 | 86,03 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 917,17 | 0,19 | 12,58 | 687,88 | 0,15 | 7,60 |
| 17.000 | 2923,47 | 0,62 | 95,66 | 1461,74 | 0,31 | 28,44 | 974,49 | 0,21 | 13,99 | 730,87 | 0,15 | 8,45 |
| 18.000 | 3095,44 | 0,65 | 105,72 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 | 773,86 | 0,16 | 9,34 |
| 19.000 | 3267,41 | 0,69 | 116,21 | 1633,71 | 0,35 | 34,55 | 1089,14 | 0,23 | 16,99 | 816,85 | 0,17 | 10,27 |
| 20.000 | 3439,38 | 0,73 | 127,13 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 | 1146,46 | 0,24 | 18,59 | 859,85 | 0,18 | 11,24 |
| 21.000 | 3611,35 | 0,76 | 138,46 | 1805,67 | 0,38 | 41,16 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 902,84 | 0,19 | 12,24 |
| 22.000 | 3783,32 | 0,80 | 150,20 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 | 1261,11 | 0,27 | 21,96 | 945,83 | 0,20 | 13,28 |
| 23.000 | 3955,29 | 0,84 | 162,35 | 1977,64 | 0,42 | 48,27 | 1318,43 | 0,28 | 23,74 | 988,82 | 0,21 | 14,35 |
| 24.000 | 4127,26 | 0,87 | 174,91 | 2063,63 | 0,44 | 52,00 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 |
| 25.000 | 4299,23 | 0,91 | 187,86 | 2149,61 | 0,45 | 55,85 | 1433,08 | 0,30 | 27,47 | 1074,81 | 0,23 | 16,60 |
| 26.000 | 4471,20 | 0,95 | 201,20 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 | 1490,40 | 0,32 | 29,42 | 1117,80 | 0,24 | 17,78 |
| 27.000 | 4643,16 | 0,98 | 214,94 | 2321,58 | 0,49 | 63,90 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 1160,79 | 0,25 | 19,00 |
| 28.000 | 4815,13 | 1,02 | 229,07 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 | 1605,04 | 0,34 | 33,50 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 |
| 29.000 | | | | 2493,55 | 0,53 | 72,41 | 1662,37 | 0,35 | 35,62 | 1246,78 | 0,26 | 21,53 |

## Druckverluste der Dimension 52,2 x 5,65 bei 60 °C (Stabil-Rohr 50)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 31.000 | | | | 2665,52 | 0,56 | 81,38 | 1777,01 | 0,38 | 40,03 | 1332,76 | 0,28 | 24,19 |
| 7.000 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 601,89 | 0,13 | 6,02 | 401,26 | 0,08 | 2,96 | 300,95 | 0,06 | 1,79 |
| 8.000 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 687,88 | 0,15 | 7,60 | 458,58 | 0,10 | 3,74 | 343,94 | 0,07 | 2,26 |
| 9.000 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 773,86 | 0,16 | 9,34 | 515,91 | 0,11 | 4,60 | 386,93 | 0,08 | 2,78 |
| 10.000 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 | 859,85 | 0,18 | 11,24 | 573,23 | 0,12 | 5,53 | 429,92 | 0,09 | 3,34 |
| 11.000 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 | 945,83 | 0,20 | 13,28 | 630,55 | 0,13 | 6,53 | 472,91 | 0,10 | 3,95 |
| 12.000 | 2063,63 | 0,44 | 52,00 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 | 687,88 | 0,15 | 7,60 | 515,91 | 0,11 | 4,60 |
| 13.000 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 | 1117,80 | 0,24 | 17,78 | 745,20 | 0,16 | 8,75 | 558,90 | 0,12 | 5,29 |
| 14.000 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 802,52 | 0,17 | 9,96 | 601,89 | 0,13 | 6,02 |
| 15.000 | 2579,54 | 0,55 | 76,84 | 1289,77 | 0,27 | 22,84 | 859,85 | 0,18 | 11,24 | 644,88 | 0,14 | 6,79 |
| 16.000 | 2751,50 | 0,58 | 86,03 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 917,17 | 0,19 | 12,58 | 687,88 | 0,15 | 7,60 |
| 17.000 | 2923,47 | 0,62 | 95,66 | 1461,74 | 0,31 | 28,44 | 974,49 | 0,21 | 13,99 | 730,87 | 0,15 | 8,45 |
| 18.000 | 3095,44 | 0,65 | 105,72 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 | 773,86 | 0,16 | 9,34 |
| 19.000 | 3267,41 | 0,69 | 116,21 | 1633,71 | 0,35 | 34,55 | 1089,14 | 0,23 | 16,99 | 816,85 | 0,17 | 10,27 |
| 20.000 | 3439,38 | 0,73 | 127,13 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 | 1146,46 | 0,24 | 18,59 | 859,85 | 0,18 | 11,24 |
| 21.000 | 3611,35 | 0,76 | 138,46 | 1805,67 | 0,38 | 41,16 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 | 902,84 | 0,19 | 12,24 |
| 22.000 | 3783,32 | 0,80 | 150,20 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 | 1261,11 | 0,27 | 21,96 | 945,83 | 0,20 | 13,28 |
| 23.000 | 3955,29 | 0,84 | 162,35 | 1977,64 | 0,42 | 48,27 | 1318,43 | 0,28 | 23,74 | 988,82 | 0,21 | 14,35 |
| 24.000 | 4127,26 | 0,87 | 174,91 | 2063,63 | 0,44 | 52,00 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 | 1031,81 | 0,22 | 15,46 |
| 25.000 | 4299,23 | 0,91 | 187,86 | 2149,61 | 0,45 | 55,85 | 1433,08 | 0,30 | 27,47 | 1074,81 | 0,23 | 16,60 |
| 26.000 | 4471,20 | 0,95 | 201,20 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 | 1490,40 | 0,32 | 29,42 | 1117,80 | 0,24 | 17,78 |
| 27.000 | 4643,16 | 0,98 | 214,94 | 2321,58 | 0,49 | 63,90 | 1547,72 | 0,33 | 31,43 | 1160,79 | 0,25 | 19,00 |
| 28.000 | 4815,13 | 1,02 | 229,07 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 | 1605,04 | 0,34 | 33,50 | 1203,78 | 0,25 | 20,25 |
| 29.000 | | | | 2493,55 | 0,53 | 72,41 | 1662,37 | 0,35 | 35,62 | 1246,78 | 0,26 | 21,53 |
| 30.000 | | | | 2579,54 | 0,55 | 76,84 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 | 1289,77 | 0,27 | 22,84 |
| 31.000 | | | | 2665,52 | 0,56 | 81,38 | 1777,01 | 0,38 | 40,03 | 1332,76 | 0,28 | 24,19 |
| 32.000 | | | | 2751,50 | 0,58 | 86,03 | 1834,34 | 0,39 | 42,31 | 1375,75 | 0,29 | 25,58 |
| 33.000 | | | | 2837,49 | 0,60 | 90,79 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 | 1418,74 | 0,30 | 26,99 |
| 34.000 | | | | 2923,47 | 0,62 | 95,66 | 1948,98 | 0,41 | 47,05 | 1461,74 | 0,31 | 28,44 |
| 35.000 | | | | 3009,46 | 0,64 | 100,64 | 2006,31 | 0,42 | 49,50 | 1504,73 | 0,32 | 29,92 |

## Druckverluste der Dimension 52,2 x 5,65 bei 60 °C (Stabil-Rohr 50)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 37.000 | | | | 3181,43 | 0,67 | 110,91 | 2120,95 | 0,45 | 54,55 | 1590,71 | 0,34 | 32,97 |
| 38.000 | | | | 3267,41 | 0,69 | 116,21 | 2178,27 | 0,46 | 57,16 | 1633,71 | 0,35 | 34,55 |
| 39.000 | | | | 3353,40 | 0,71 | 121,62 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 | 1676,70 | 0,35 | 36,16 |
| 40.000 | | | | 3439,38 | 0,73 | 127,13 | 2292,92 | 0,48 | 62,53 | 1719,69 | 0,36 | 37,79 |
| 41.000 | | | | 3525,37 | 0,75 | 132,74 | 2350,24 | 0,50 | 65,29 | 1762,68 | 0,37 | 39,46 |
| 42.000 | | | | 3611,35 | 0,76 | 138,46 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 | 1805,67 | 0,38 | 41,16 |
| 43.000 | | | | 3697,33 | 0,78 | 144,28 | 2464,89 | 0,52 | 70,96 | 1848,67 | 0,39 | 42,89 |
| 44.000 | | | | 3783,32 | 0,80 | 150,20 | 2522,21 | 0,53 | 73,88 | 1891,66 | 0,40 | 44,65 |
| 45.000 | | | | 3869,30 | 0,82 | 156,23 | 2579,54 | 0,55 | 76,84 | 1934,65 | 0,41 | 46,45 |
| 46.000 | | | | 3955,29 | 0,84 | 162,35 | 2636,86 | 0,56 | 79,85 | 1977,64 | 0,42 | 48,27 |
| 47.000 | | | | 4041,27 | 0,85 | 168,58 | 2694,18 | 0,57 | 82,92 | 2020,64 | 0,43 | 50,12 |
| 48.000 | | | | 4127,26 | 0,87 | 174,91 | 2751,50 | 0,58 | 86,03 | 2063,63 | 0,44 | 52,00 |
| 49.000 | | | | 4213,24 | 0,89 | 181,33 | 2808,83 | 0,59 | 89,19 | 2106,62 | 0,45 | 53,91 |
| 50.000 | | | | 4299,23 | 0,91 | 187,86 | 2866,15 | 0,61 | 92,40 | 2149,61 | 0,45 | 55,85 |
| 51.000 | | | | 4385,21 | 0,93 | 194,48 | 2923,47 | 0,62 | 95,66 | 2192,61 | 0,46 | 57,82 |
| 52.000 | | | | 4471,20 | 0,95 | 201,20 | 2980,80 | 0,63 | 98,96 | 2235,60 | 0,47 | 59,82 |
| 53.000 | | | | 4557,18 | 0,96 | 208,02 | 3038,12 | 0,64 | 102,32 | 2278,59 | 0,48 | 61,85 |
| 54.000 | | | | 4643,16 | 0,98 | 214,94 | 3095,44 | 0,65 | 105,72 | 2321,58 | 0,49 | 63,90 |
| 55.000 | | | | 4729,15 | 1,00 | 221,95 | 3152,77 | 0,67 | 109,17 | 2364,57 | 0,50 | 65,99 |
| 56.000 | | | | | | | 3210,09 | 0,68 | 112,67 | 2407,57 | 0,51 | 68,10 |
| 57.000 | | | | | | | 3267,41 | 0,69 | 116,21 | 2450,56 | 0,52 | 70,24 |
| 58.000 | | | | | | | 3324,73 | 0,70 | 119,80 | 2493,55 | 0,53 | 72,41 |
| 59.000 | | | | | | | 3382,06 | 0,72 | 123,44 | 2536,54 | 0,54 | 74,61 |
| 60.000 | | | | | | | 3439,38 | 0,73 | 127,13 | 2579,54 | 0,55 | 76,84 |
| 61.000 | | | | | | | 3496,70 | 0,74 | 130,86 | 2622,53 | 0,55 | 79,10 |
| 62.000 | | | | | | | 3554,03 | 0,75 | 134,63 | 2665,52 | 0,56 | 81,38 |
| 63.000 | | | | | | | 3611,35 | 0,76 | 138,46 | 2708,51 | 0,57 | 83,69 |
| 64.000 | | | | | | | 3668,67 | 0,78 | 142,33 | 2751,50 | 0,58 | 86,03 |
| 65.000 | | | | | | | 3726,00 | 0,79 | 146,24 | 2794,50 | 0,59 | 88,39 |
| 66.000 | | | | | | | 3783,32 | 0,80 | 150,20 | 2837,49 | 0,60 | 90,79 |

## Druckverluste der Dimension 63 x 6,0 bei 60 °C (Stabil-Rohr 63)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 67.000 | | | | | | | 3840,64 | 0,81 | 154,21 | 2880,48 | 0,61 | 93,21 |
| 15.000 | 2579,54 | 0,35 | 26,94 | 1289,77 | 0,18 | 8,01 | 859,85 | 0,12 | 3,94 | 644,88 | 0,09 | 2,38 |
| 16.500 | 2837,49 | 0,39 | 31,82 | 1418,74 | 0,19 | 9,46 | 945,83 | 0,13 | 4,65 | 709,37 | 0,10 | 2,81 |
| 18.000 | 3095,44 | 0,42 | 37,06 | 1547,72 | 0,21 | 11,02 | 1031,81 | 0,14 | 5,42 | 773,86 | 0,11 | 3,28 |
| 19.500 | 3353,40 | 0,46 | 42,63 | 1676,70 | 0,23 | 12,67 | 1117,80 | 0,15 | 6,23 | 838,35 | 0,11 | 3,77 |
| 21.000 | 3611,35 | 0,49 | 48,53 | 1805,67 | 0,25 | 14,43 | 1203,78 | 0,16 | 7,10 | 902,84 | 0,12 | 4,29 |
| 22.500 | 3869,30 | 0,53 | 54,76 | 1934,65 | 0,26 | 16,28 | 1289,77 | 0,18 | 8,01 | 967,33 | 0,13 | 4,84 |
| 24.000 | 4127,26 | 0,56 | 61,31 | 2063,63 | 0,28 | 18,23 | 1375,75 | 0,19 | 8,97 | 1031,81 | 0,14 | 5,42 |
| 25.500 | 4385,21 | 0,60 | 68,17 | 2192,61 | 0,30 | 20,27 | 1461,74 | 0,20 | 9,97 | 1096,30 | 0,15 | 6,03 |
| 27.000 | 4643,16 | 0,63 | 75,34 | 2321,58 | 0,32 | 22,40 | 1547,72 | 0,21 | 11,02 | 1160,79 | 0,16 | 6,66 |
| 28.500 | 4901,12 | 0,67 | 82,82 | 2450,56 | 0,33 | 24,62 | 1633,71 | 0,22 | 12,11 | 1225,28 | 0,17 | 7,32 |
| 30.000 | 5159,07 | 0,70 | 90,60 | 2579,54 | 0,35 | 26,94 | 1719,69 | 0,23 | 13,25 | 1289,77 | 0,18 | 8,01 |
| 31.500 | 5417,02 | 0,74 | 98,67 | 2708,51 | 0,37 | 29,34 | 1805,67 | 0,25 | 14,43 | 1354,26 | 0,18 | 8,72 |
| 33.000 | 5674,98 | 0,77 | 107,04 | 2837,49 | 0,39 | 31,82 | 1891,66 | 0,26 | 15,65 | 1418,74 | 0,19 | 9,46 |
| 34.500 | 5932,93 | 0,81 | 115,70 | 2966,47 | 0,40 | 34,40 | 1977,64 | 0,27 | 16,92 | 1483,23 | 0,20 | 10,23 |
| 36.000 | 6190,89 | 0,84 | 124,65 | 3095,44 | 0,42 | 37,06 | 2063,63 | 0,28 | 18,23 | 1547,72 | 0,21 | 11,02 |
| 37.500 | 6448,84 | 0,88 | 133,88 | 3224,42 | 0,44 | 39,80 | 2149,61 | 0,29 | 19,58 | 1612,21 | 0,22 | 11,83 |
| 39.000 | 6706,79 | 0,91 | 143,39 | 3353,40 | 0,46 | 42,63 | 2235,60 | 0,30 | 20,97 | 1676,70 | 0,23 | 12,67 |
| 40.500 | 6964,75 | 0,95 | 153,18 | 3482,37 | 0,47 | 45,54 | 2321,58 | 0,32 | 22,40 | 1741,19 | 0,24 | 13,54 |
| 42.000 | 7222,70 | 0,98 | 163,25 | 3611,35 | 0,49 | 48,53 | 2407,57 | 0,33 | 23,87 | 1805,67 | 0,25 | 14,43 |
| 43.500 | 7480,65 | 1,02 | 173,59 | 3740,33 | 0,51 | 51,61 | 2493,55 | 0,34 | 25,38 | 1870,16 | 0,25 | 15,34 |
| 45.000 | | | | 3869,30 | 0,53 | 54,76 | 2579,54 | 0,35 | 26,94 | 1934,65 | 0,26 | 16,28 |
| 46.500 | | | | 3998,28 | 0,54 | 58,00 | 2665,52 | 0,36 | 28,53 | 1999,14 | 0,27 | 17,24 |
| 48.000 | | | | 4127,26 | 0,56 | 61,31 | 2751,50 | 0,37 | 30,16 | 2063,63 | 0,28 | 18,23 |
| 49.500 | | | | 4256,23 | 0,58 | 64,70 | 2837,49 | 0,39 | 31,82 | 2128,12 | 0,29 | 19,24 |
| 51.000 | | | | 4385,21 | 0,60 | 68,17 | 2923,47 | 0,40 | 33,53 | 2192,61 | 0,30 | 20,27 |
| 52.500 | | | | 4514,19 | 0,61 | 71,72 | 3009,46 | 0,41 | 35,28 | 2257,09 | 0,31 | 21,32 |
| 54.000 | | | | 4643,16 | 0,63 | 75,34 | 3095,44 | 0,42 | 37,06 | 2321,58 | 0,32 | 22,40 |
| 55.500 | | | | 4772,14 | 0,65 | 79,04 | 3181,43 | 0,43 | 38,88 | 2386,07 | 0,32 | 23,50 |
| 57.000 | | | | 4901,12 | 0,67 | 82,82 | 3267,41 | 0,44 | 40,74 | 2450,56 | 0,33 | 24,62 |

## Druckverluste der Dimension 63 x 6,0 bei 60 °C (Stabil-Rohr 63)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 61.500 | | | | 5288,05 | 0,72 | 94,60 | 3525,37 | 0,48 | 46,53 | 2644,02 | 0,36 | 28,12 |
| 63.000 | | | | 5417,02 | 0,74 | 98,67 | 3611,35 | 0,49 | 48,53 | 2708,51 | 0,37 | 29,34 |
| 64.500 | | | | 5546,00 | 0,75 | 102,82 | 3697,33 | 0,50 | 50,57 | 2773,00 | 0,38 | 30,57 |
| 66.000 | | | | 5674,98 | 0,77 | 107,04 | 3783,32 | 0,51 | 52,65 | 2837,49 | 0,39 | 31,82 |
| 67.500 | | | | 5803,96 | 0,79 | 111,34 | 3869,30 | 0,53 | 54,76 | 2901,98 | 0,39 | 33,10 |
| 69.000 | | | | 5932,93 | 0,81 | 115,70 | 3955,29 | 0,54 | 56,91 | 2966,47 | 0,40 | 34,40 |
| 70.500 | | | | 6061,91 | 0,82 | 120,14 | 4041,27 | 0,55 | 59,09 | 3030,95 | 0,41 | 35,72 |
| 72.000 | | | | 6190,89 | 0,84 | 124,65 | 4127,26 | 0,56 | 61,31 | 3095,44 | 0,42 | 37,06 |
| 73.500 | | | | 6319,86 | 0,86 | 129,23 | 4213,24 | 0,57 | 63,56 | 3159,93 | 0,43 | 38,42 |
| 75.000 | | | | 6448,84 | 0,88 | 133,88 | 4299,23 | 0,58 | 65,85 | 3224,42 | 0,44 | 39,80 |
| 76.500 | | | | 6577,82 | 0,89 | 138,60 | 4385,21 | 0,60 | 68,17 | 3288,91 | 0,45 | 41,21 |
| 78.000 | | | | 6706,79 | 0,91 | 143,39 | 4471,20 | 0,61 | 70,53 | 3353,40 | 0,46 | 42,63 |
| 79.500 | | | | 6835,77 | 0,93 | 148,25 | 4557,18 | 0,62 | 72,92 | 3417,88 | 0,46 | 44,08 |
| 81.000 | | | | 6964,75 | 0,95 | 153,18 | 4643,16 | 0,63 | 75,34 | 3482,37 | 0,47 | 45,54 |
| 82.500 | | | | 7093,72 | 0,96 | 158,18 | 4729,15 | 0,64 | 77,80 | 3546,86 | 0,48 | 47,03 |
| 84.000 | | | | 7222,70 | 0,98 | 163,25 | 4815,13 | 0,65 | 80,29 | 3611,35 | 0,49 | 48,53 |
| 85.500 | | | | 7351,68 | 1,00 | 168,38 | 4901,12 | 0,67 | 82,82 | 3675,84 | 0,50 | 50,06 |
| 87.000 | | | | | | | 4987,10 | 0,68 | 85,38 | 3740,33 | 0,51 | 51,61 |
| 88.500 | | | | | | | 5073,09 | 0,69 | 87,97 | 3804,82 | 0,52 | 53,17 |
| 90.000 | | | | | | | 5159,07 | 0,70 | 90,60 | 3869,30 | 0,53 | 54,76 |
| 91.500 | | | | | | | 5245,06 | 0,71 | 93,26 | 3933,79 | 0,53 | 56,37 |
| 93.000 | | | | | | | 5331,04 | 0,72 | 95,95 | 3998,28 | 0,54 | 58,00 |
| 94.500 | | | | | | | 5417,02 | 0,74 | 98,67 | 4062,77 | 0,55 | 59,64 |
| 96.000 | | | | | | | 5503,01 | 0,75 | 101,43 | 4127,26 | 0,56 | 61,31 |
| 97.500 | | | | | | | 5588,99 | 0,76 | 104,22 | 4191,75 | 0,57 | 63,00 |
| 99.000 | | | | | | | 5674,98 | 0,77 | 107,04 | 4256,23 | 0,58 | 64,70 |
| 100.500 | | | | | | | 5760,96 | 0,78 | 109,90 | 4320,72 | 0,59 | 66,43 |
| 102.000 | | | | | | | 5846,95 | 0,80 | 112,78 | 4385,21 | 0,60 | 68,17 |
| 103.500 | | | | | | | 5932,93 | 0,81 | 115,70 | 4449,70 | 0,61 | 69,94 |
| 105.000 | | | | | | | 6018,92 | 0,82 | 118,65 | 4514,19 | 0,61 | 71,72 |

## Druckverluste der Dimension 63 x 6,0 bei 60 °C (Stabil-Rohr 63)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 108.000 | | | | | | | 6190,89 | 0,84 | 124,65 | 4643,16 | 0,63 | 75,34 |
| 109.500 | | | | | | | 6276,87 | 0,85 | 127,69 | 4707,65 | 0,64 | 77,18 |
| 111.000 | | | | | | | 6362,85 | 0,87 | 130,77 | 4772,14 | 0,65 | 79,04 |
| 112.500 | | | | | | | 6448,84 | 0,88 | 133,88 | 4836,63 | 0,66 | 80,92 |
| 114.000 | | | | | | | 6534,82 | 0,89 | 137,02 | 4901,12 | 0,67 | 82,82 |
| 115.500 | | | | | | | 6620,81 | 0,90 | 140,19 | 4965,61 | 0,68 | 84,74 |
| 117.000 | | | | | | | 6706,79 | 0,91 | 143,39 | 5030,09 | 0,68 | 86,67 |
| 118.500 | | | | | | | 6792,78 | 0,92 | 146,62 | 5094,58 | 0,69 | 88,63 |
| 120.000 | | | | | | | 6878,76 | 0,94 | 149,89 | 5159,07 | 0,70 | 90,60 |
| 121.500 | | | | | | | 6964,75 | 0,95 | 153,18 | 5223,56 | 0,71 | 92,59 |
| 123.000 | | | | | | | 7050,73 | 0,96 | 156,51 | 5288,05 | 0,72 | 94,60 |
| 124.500 | | | | | | | 7136,72 | 0,97 | 159,86 | 5352,54 | 0,73 | 96,63 |
| 126.000 | | | | | | | 7222,70 | 0,98 | 163,25 | 5417,02 | 0,74 | 98,67 |
| 127.500 | | | | | | | 7308,68 | 0,99 | 166,66 | 5481,51 | 0,75 | 100,74 |
| 129.000 | | | | | | | 7394,67 | 1,01 | 170,11 | 5546,00 | 0,75 | 102,82 |
| 130.500 | | | | | | | | | | 5610,49 | 0,76 | 104,92 |
| 132.000 | | | | | | | | | | 5674,98 | 0,77 | 107,04 |
| 133.500 | | | | | | | | | | 5739,47 | 0,78 | 109,18 |
| 135.000 | | | | | | | | | | 5803,96 | 0,79 | 111,34 |
| 136.500 | | | | | | | | | | 5868,44 | 0,80 | 113,51 |
| 138.000 | | | | | | | | | | 5932,93 | 0,81 | 115,70 |
| 139.500 | | | | | | | | | | 5997,42 | 0,82 | 117,91 |
| 141.000 | | | | | | | | | | 6061,91 | 0,82 | 120,14 |
| 142.500 | | | | | | | | | | 6126,40 | 0,83 | 122,39 |
| 144.000 | | | | | | | | | | 6190,89 | 0,84 | 124,65 |
| 145.500 | | | | | | | | | | 6255,37 | 0,85 | 126,93 |
| 147.000 | | | | | | | | | | 6319,86 | 0,86 | 129,23 |
| 148.500 | | | | | | | | | | 6384,35 | 0,87 | 131,55 |
| 150.000 | | | | | | | | | | 6448,84 | 0,88 | 133,88 |
| 151.500 | | | | | | | | | | 6513,33 | 0,89 | 136,23 |

Druckverluste der Dimension 63 x 6,0
bei 60 °C (Stabil-Rohr 63)

| Spreizung in K | 5 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] |
| 153.000 | | | | | | | | | | 6577,82 | 0,89 | 138,60 |
| 154.500 | | | | | | | | | | 6642,30 | 0,90 | 140,99 |

## ***PRINETO*** Fußbodenheizung


### Allgemeine Grundlagen S. 124

- ***PRINETO*** Fußbodenheizung S. 124
- Vorteile von Flächenheizungen S. 125
- Sauerstoffdiffusion S. 125
- Verlegearten S. 125
- Flächenkühlung S. 126

### Kurzbeschreibung der ***PRINETO*** Fußbodenheizungen S. 128

- ***PRINETO*** Tackersystem S. 128
- ***PRINETO*** Fixschienensystem S. 129
- ***PRINETO*** Noppenplattensystem 14 S. 129
- ***PRINETO*** Dünnschichtsystem S. 130
- ***PRINETO*** Trockensystem S. 130

### Montage und Verlegung S. 131

- Normenverweis S. 131
- Bauwerkzustand S. 131
- Wärme und Trittschalldämmung S. 132
- Bewegungsfugen S. 132
- Heizestrich S. 133

### Dämmungen unter Fußbodenheizungen S. 134

- Allgemeine Anforderungen S. 134
- Neu zu errichtende Gebäude S. 134
- Bestehende Gebäude oder kleine Gebäude S. 138
- Trittschalldämmung S. 138
- Verkehrslast und Zusammendrückbarkeit S. 138
- Kennzeichnung von Dämmstoffen S. 139

### Montageanleitungen S. 142

- Heizkreisverteiler-Schränke S. 142
- Heizkreisverteiler S. 144
- Wärmemengenzähler-Anschlussgruppen S. 148
- Mechanischer Einzelraumregler MER S. 150
- Tackersystem S. 150
- Fixschienensystem S. 152
- Klettsystem S. 154
- Noppenplattensystem 14 S. 157
- Noppenplatte ohne Dämmung S. 160
- Trockensystem S. 161
- Dünnschichtsystem S. 164

Raumtemperaturregelung S. 167

- Raumtemperaturregler Aufputz S. 167
- Raumtemperaturregler Unterputz Heizen/Kühlen S. 168
- Raumtemperaturregler Aufputz Heizen/Kühlen S. 169
- Funkregelungen S. 170
- Klemmleiste 230 V S. 173
- Klemmleiste 230 V Heizen/Kühlen S. 174
- Elektrisches Anschlussschema S. 175
- Abdeckung Pumpenlogik und Pumpenschutz S. 176
- Regelantrieb EGO 230 V S. 177
- Stellantrieb 230 V stromlos geschlossen S. 179
- Einzelraumregelung ***WEB*** S. 180
- Raumbediengerät Digital S. 180
- Raumbediengerät Analog S. 182
- Raumbediengerät Sensor S. 183
- Basisstation S. 184
- Festwertregelset S. 186

Installationsprüfung von ***PRINETO*** Fußbodenheizungen S. 189

- Druckprüfung nach DIN EN 1264-4 S. 189
- Druckprüfprotokoll S. 190
- Hydraulischer Abgleich S. 191
- Funktionsprüfung nach DIN EN 1264-4 S. 194
- Funktionsheizprotokoll S. 195

Planung von ***PRINETO*** Fußbodenheizungen S. 196

- Auslastungstabellen zur Massenentwicklung und Auslegung S. 200
- Kühlmitteltabellen S. 212
- Planung und Auslegung der Fußbodenheizung S. 214
- Diagramme der wärmetechnischen Prüfungen S. 217
- Druckverlusttabellen S. 223

# Allgemeine Grundlagen



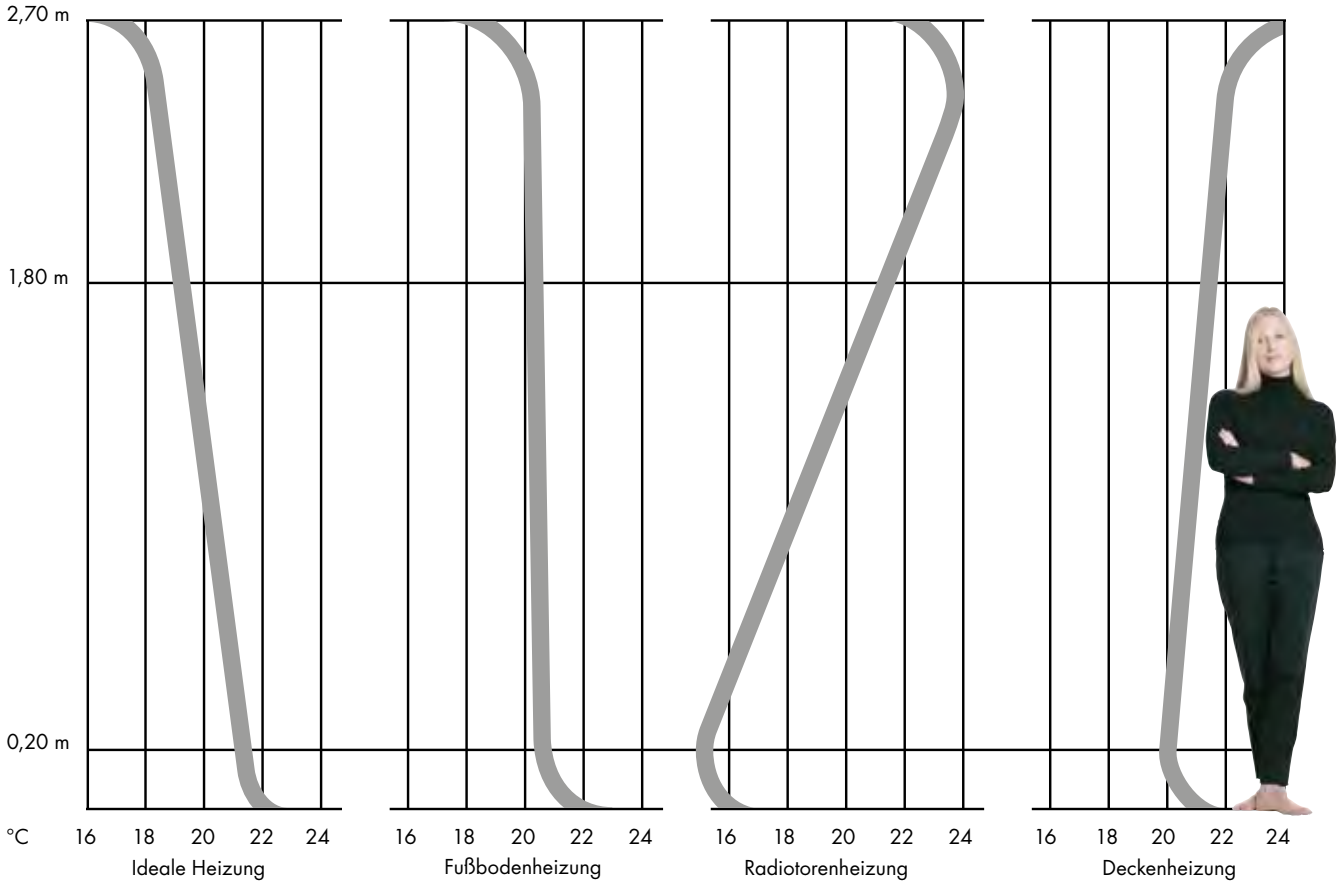
Ein Flächenheizungssystem ist ein Niedertemperatur-Heizungssystem, bei dem die Wärmeabgabe in den Räumen durch beheizte Raumflächen, z. B. Fußböden, erfolgt. Die Wärmeversorgung kann durch jede geregelte Niedertemperatur-Warmwasserheizung erfolgen. Da bei Flächenheizungen ein großer Teil der Wärmeabgabe durch Strahlung erfolgt, können die Systemtemperaturen sehr niedrig gehalten werden. Der Energieverbrauch reduziert sich, was weniger Emissionen und damit weniger Belastung für die Umwelt bedeutet. Die Kombination mit moderner Heiztechnik führt zu effektiver Energieausnutzung und damit zur Einsparung von Betriebskosten.

Der besondere Vorteil der Flächenheizung ist der sogenannte Selbstregelungseffekt. Dieser tritt unabhängig von der gesetzlich vorgeschriebenen Einzelraumregelung an jeder Flächenheizung auf. Die Menge der abgegebenen Energie wird bestimmt durch die Temperaturdifferenz zwischen Heizfläche und Raumluft. Nähert sich die Raumtemperatur der Temperatur der Heizfläche, bspw. durch Sonneneinstrahlung, wird die Wärmeabgabe geringer. Der Selbstregelungseffekt tritt ein.

## ***PRINETO*** Fußbodenheizung

Behaglichkeit ist gleichzusetzen mit körperlichem Wohlbefinden des Menschen. Sie ist abhängig von der Raumtemperatur und ihrer gleichmäßigen Verteilung im Raum sowie von der Luftgeschwindigkeit, der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur der umliegenden Raumflächen. Das Verhältnis von Konvektion und Strahlung bei der Wärmeabgabe beeinflusst die meisten Faktoren. Der Strahlungsanteil der Fußbodenheizung beträgt etwa 50 %. Die Durchschnittstemperatur von Boden und Wandflächen im Raum liegt dadurch höher als die Raumlufttemperatur. Gegenüber statischen Heizungssystemen kann bei gleich empfundener Behaglichkeit die Raumlufttemperatur um 1 °C – 2 °C niedriger gehalten werden.

Eine Fußbodenheizung sorgt dafür, dass Wärme als besonders angenehm empfunden wird. Da die Wärmequelle bei der Fußbodenheizung großflächig ist, wird mit niedrigen Heiz-Mitteltemperaturen ein behagliches Raumklima erzeugt. Anhand von Untersuchungen wurde eine aus wärmephysiologischer Sicht ideale Kurve für den Temperaturverlauf aufgestellt. Die Fußbodenheizung ist in ihrem Temperaturprofil der Idealkurve am nächsten.



# Allgemeine Grundlagen



## Vorteile von Flächenheizungen

- Niedrige Verbrauchskosten – energiesparend durch niedrigere Raumlufttemperatur
- Thermische Behaglichkeit durch hohen Strahlungswärmeanteil
- Minimierung der Verteilverluste durch niedrigere Heizmitteltemperaturen
- Klare Raumaufteilung möglich, ohne störende Heizelemente
- Sehr niedrige Systemtemperaturen möglich, optimal in Kombination mit Brennwerttechnik, Wärmepumpen und Solaranlagen
- Kein Staubtransport und keine Staubverwirbelung durch Luftzirkulation
- Bauteilschäden durch Luftkondensation wird vorgebeugt
- Selbstregelungseffekt

## Sauerstoffdiffusion

Alle im Heizungsbereich verwendeten Kunststoffrohre müssen nach DIN 4726 sauerstoffdiffusionsdicht sein. Die Norm fordert einen flächenbezogenen Grenzwert für die Sauerstoffdiffusion von 0,32 mg pro $m^2$ und Tag bei 40 °C (Anwendungsklasse 4) bzw. 3,6 mg pro $m^2$ und Tag bei 80 °C (Anwendungsklasse 5). Die ***PRINETO*** Heizrohre unterschreiten diesen Wert. Alle drei Rohrtypen eignen sich dadurch für die Installation von Warmwasser-Fußbodenheizungen ohne Systemtrennung.

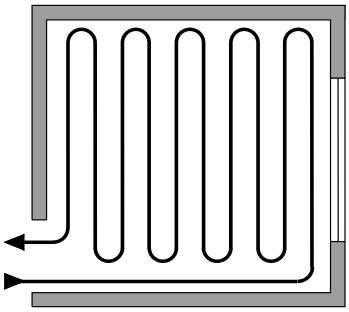
## Verlegearten

Für die Heizrohrführung kommen grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten in Frage:

- Die mäander- oder schlangenförmige Verlegung
- Die bifilare oder schneckenförmige Verlegung

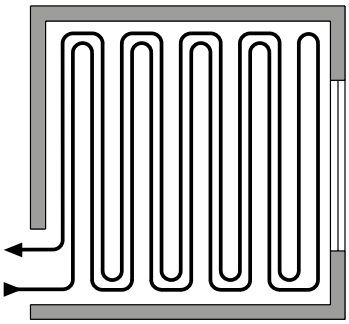
**HINWEIS**

Um nicht für jeden Heizkreis einen neuen Rohrbund zu öffnen, ist es möglich die Flächenheizrohre mit Kupplungen zu verbinden. Vor dem Einbringen des Estrichs sind die Kupplungen jedoch, wie auch andere Messing-Fittings und die Schiebehülsen, vor Außenkorrosion durch den Estrich zu schützen. Dies kann beispielsweise durch Umwickeln der Verbindung mit geeignetem Material ermöglicht werden.



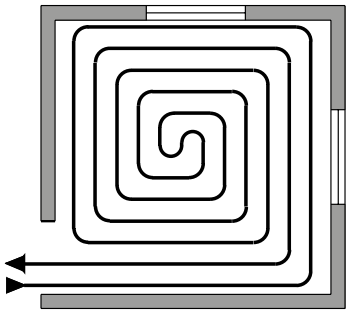
Mäanderförmige Rohrführung

Bei der mäanderförmigen Verlegeart ist das deutliche Temperaturgefälle der Fußbodenoberfläche zwischen Vorlauf und Rücklauf zu berücksichtigen. Wird der Vorlauf dorthin verlegt, wo der größte Wärmebedarf zu erwarten ist – im Allgemeinen die Außenwand – kann der Effekt dieser Verlegeart vorteilhaft genutzt werden.



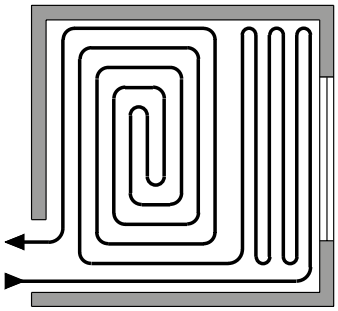
Doppelt mäanderförmige Rohrführung

Die doppelt mäanderförmige Verlegung gleicht das unter Umständen ungünstige Temperaturgefälle im Raum aus, indem sich Vor- und Rücklauf bei der Beheizung des Bodens abwechseln. Der Wärmestrom wird erhöht, weil die Rohre zum Teil auch in kleineren Abständen verlegt werden können als der Biegeradius dies beim reinen mäanderförmigen Verlegen zulässt.



Bifilare Rohrführung

Bei der bifilaren Verlegeart ergibt sich eine gleichmäßige Fußboden-Oberflächentemperatur, da Vor- und Rücklauf im Wechsel nebeneinander zum Liegen kommen und entsprechend Ausgleiche schaffen. Im Allgemeinen ist die bifilare Rohrführung mit ihren 90°-Bögen einfacher zu verlegen als die mäanderförmige mit ihren 180°-Bögen.

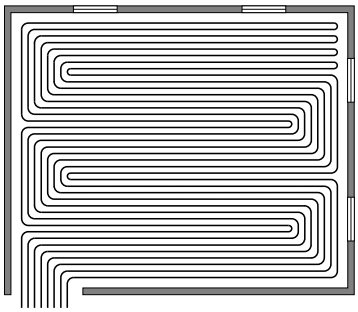


Kombinierte Rohrführung

Neben den beiden Grundtypen sind Kombinationen beider Verlegearten möglich. So kann zum Beispiel in selten begangenen Randbereichen die mäanderförmige Verlegeart und für den Aufenthaltsbereich die bifilare Verlegeart gewählt werden.

Als Randzone wird ein maximal 1 m breiter Streifen z. B. vor Glasflächen oder Außentüren bezeichnet, der nicht zum dauernden Aufenthalt von Personen dient. Die maximale Fußboden-Oberflächentemperatur darf 35 °C nicht überschreiten.
Als Aufenthaltszone ist der Daueraufenthaltsbereich innerhalb der heizenden Fußbodenfläche definiert. Hier darf eine maximale Fußboden-Oberflächentemperatur von 29 °C nicht überschritten werden.

Die zum Teil in verschiedenen Raumzonen notwendigen erhöhten Fußboden-Oberflächentemperaturen können durch engere Rohrreihenabstände in den entsprechenden Zonen erzielt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei einem Verlegeabstand unter 100 mm nur noch eine geringfügige Leistungssteigerung der Wärmestromdichte mit einem unverhältnismäßig hohen Rohrbedarf erzielt werden kann. Von einem Verlegeabstand über 250 mm ist aus Gründen der Temperaturunterschiede an der Estrichoberfläche abzuraten.



Großflächenheizung

Zur Verlegung von großen Flächen (z. B. Sporthallen) werden alle Heizkreise nebeneinander mäanderförmig verlegt. Das gewährleistet eine gleichmäßige Wärmeverteilung und erübrigt den hydraulischen Abgleich, da alle Heizkreise genau gleich lang sind.

## Flächenkühlung

Sind Räume überhitzt, nimmt das Wohlbefinden des Menschen ab und die Konzentrationsfähigkeit lässt nach. Man schwitzt, um die eigene Körpertemperatur zu senken. Darum werden immer mehr Flächenheizungen im Sommer auch zur Raumkühlung genutzt. Dies sollte jedoch immer mit einem entsprechenden Verschattungssystem kombiniert werden, da sonst unter Umständen die Kühlleistung nicht ausreicht, um die gleichzeitig einfallende Sonnenwärme zu eliminieren.

Oft werden zur Raumkühlung Klimageräte verwendet, die nur einen vergleichsweise geringen Installationsaufwand erfordern. Jedoch kühlen diese Geräte nur die Raumluft über ein Gebläse und einen Wärmetauscher, was zu Zugluft und zum Entzug der Raumluftfeuchte (Kondensation auf dem Kältewärmetauscher) und damit zu sehr trockener Luft führt. Die Klimaanlage eines Autos funktioniert nach dem gleichen Prinzip. Nicht jedem bekommt diese trockene und kühle Luft, denn die Nasenschleimhäute trocknen aus und die Erkältungsgefahr steigt.

Eine Flächenkühlung arbeitet nach einem anderen Prinzip: Ohne Luftbewegung nimmt die gekühlte Fläche überwiegend die Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) aller sie umgebenden Körper und Flächen auf: Decken, Wände, Möbel, die Haut des Menschen. Dadurch verlieren diese Körper Wärmeenergie und kühlen ab. Die Abkühlung der Raumluft ist die logische Folge. Auch wenn die Raumtemperatur noch hoch ist, empfindet man die kühlen Umgebungsflächen als angenehm. Für den Menschen ist diese Art der Kühlung darum die physiologisch günstigere und gesündere.

Da die Kühlung auch in der Nacht arbeitet, verlieren die massereichen Bauteile während dieser Zeit einen Teil ihrer Wärmeenergie, die sie über den Tag wieder aufnehmen und speichern können, ohne allzu schnell die Raumluft zu erwärmen

# Allgemeine Grundlagen



Am effektivsten arbeitet eine Flächenkühlung an der Decke. Dafür ist die Heizleistung an der Decke am geringsten. Befindet sich das System am Boden, ist es gerade umgekehrt. Wird jedoch die Montage einer Fußbodenheizung geplant, können die im Boden verlegten Heizrohre im Sommer auch kaltes Wasser führen und zum Kühlen verwendet werden. Dazu sind eine geringfügig erweiterte Raumtemperaturregelung und ein entsprechendes Kühlgerät (z. B. eine kombinierte Wärmepumpe mit Kühlfunktion) erforderlich.

Da die ***PRINETO*** Regelkomponenten keinen Raumluftfeuchtefühler besitzen, muss in Abhängigkeit von Verlegesystem, Fußboden-Oberbelag und Heizrohrabstand die minimale Kühlmitteltemperatur am Kühlgerät fest begrenzt werden, um die Fußbodenoberfläche aus physiologischen Gründen nicht unter 20 °C herunterzukühlen und um eine Tauwasserbildung (Unterschreitung des Taupunktes) auf der Kühlfläche zu verhindern. Dazu können die Tabellen am Ende dieses Kapitels verwendet weden.

**HINWEIS**

Je wärmer die Luft ist, umso mehr Wasser kann sie aufnehmen. Kühlt sich diese Luft zu stark am Fußboden ab, so kondensiert der Wasserdampf bei Unterschreitung des Taupunktes am Boden. Schäden am Oberbelag oder am Estrich können die Folge sein.

**HINWEIS**

Da alle Kühlwasser führenden Baugruppen kälter als die gekühlten Fußbodenflächen sind, müssen diese mit geeigneter Isolierung wasserdampfdiffusionsdicht gedämmt werden.

Taupunkttemperaturen in °C
Die Taupunkttabelle gibt an, bei welchen Oberflächentemperaturen Kondensat auftritt.

| Lufttemperatur in °C | relative Luftfeuchtigkeit in % | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 30 | 16,8 | 18,4 | 20,0 | 21,4 | 23,7 | 23,9 | 25,1 | | | | |
| 29 | 15,9 | 17,6 | 19,0 | 20,5 | 21,8 | 23,0 | 24,2 | 25,2 | 26,2 | 27,3 | 28,2 |
| 28 | 15,0 | 16,6 | 18,1 | 19,4 | 20,9 | 22,1 | | | | | |
| 27 | 14,1 | 15,7 | 17,2 | 18,6 | 19,8 | 21,1 | 22,2 | 23,3 | 24,3 | 25,2 | 26,1 |
| 26 | 13,2 | 14,8 | 16,3 | 17,7 | 18,9 | 20,1 | 21,3 | 21,3 | 23,3 | 24,3 | 25,2 |
| 25 | 12,2 | 13,8 | 15,4 | 16,7 | 18,0 | 19,1 | 20,2 | 21,4 | 22,3 | 23,3 | 24,2 |
| 24 | 11,3 | 12,9 | 14,4 | 15,7 | 17,1 | 18,2 | 19,2 | 20,3 | 21,4 | 22,3 | 23,2 |
| 23 | 10,4 | 12,0 | 13,5 | 14,9 | 16,0 | 17,3 | 18,4 | 19,4 | 20,4 | 21,3 | 22,2 |
| 22 | 9,5 | 11,1 | 12,5 | 13,9 | 15,2 | 16,3 | 17,4 | 18,4 | 19,4 | 20,3 | 21,2 |
| 21 | 8,6 | 10,2 | 11,6 | 12,9 | 14,2 | 15,4 | 16,4 | 17,4 | 18,4 | 19,3 | 20,2 |
| 20 | 7,7 | 9,3 | 10,7 | 12,0 | 13,2 | 14,4 | 15,5 | 16,5 | 17,4 | 18,4 | 19,2 |

Taupunktkurve 20 °C

Tabelle nach VDI 2055-1 Anhang 16

# Kurzbeschreibung der ***PRINETO*** Fußbodenheizungssysteme

Da die Leistung der Kühlung maßgeblich von der Temperaturdifferenz zwischen Kühloberfläche und aktueller Raumtemperatur abhängt und pro m² Fußbodenfläche und pro Kelvin Temperaturdifferenz nur etwa 6,5 Watt Kühllast erzielt werden, fällt die Heizleistung der Fläche (pro m² Fußbodenfläche und pro Kelvin Temperaturdifferenz etwa 10,8 Watt Heizleistung) deutlich größer aus als die vergleichbare Kühlleistung.

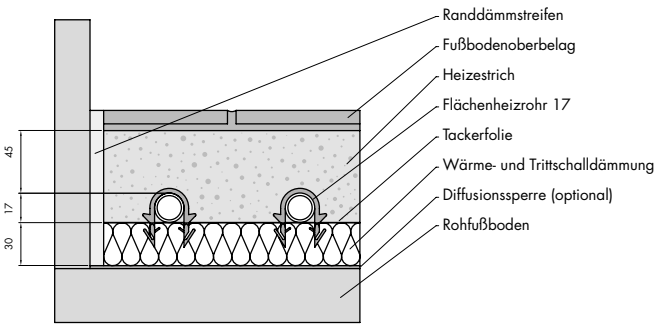
Beispiel
Kühlung: 20 °C Boden und 26 °C Raum = 6 Kelvin Differenz x 6,5 Watt = 39 Watt/m² Kühlleistung,
Heizung: 29 °C Boden und 20 °C Raum = 9 Kelvin Differenz x 10,8 Watt = 99 Watt/m² Heizleistung.

| | | α in W/m² K | | Oberflächentemperatur in °C | | Maximale Leistung in W/m² | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Heizung** | **Kühlung** | **Max. Heizung** | **Min. Kühlung** | **Heizung** | **Kühlung** |
| Boden | Randzone | 10,8 | 6,5 | 35 | 20 | 162 | 39 |
| | Aufenthalt | 10,8 | 6,5 | 29 | 20 | 97,2 | 39 |
| Wand | | 8 | 8 | ~40 | 20 | 160 | 48 |
| Decke | | 6,5 | 10,8 | ~27 | 20 | 45,5 | 63 |

Innerer Wärmeübergangskoeffizent α, maximale und minimale Oberflächentemperaturen und maximale Leistung bei 20 °C Raumtemperatur für Heizung und 26 °C Raumtemperatur bei Kühlung für Wand-, Decken- und Fußbodenflächensysteme (Quelle: DIN EN 1264-5)

## ***PRINETO*** Tackersystem

Die Heizrohre werden mit ***PRINETO*** Tackernadeln auf der Abdeckfolie der Dämmung befestigt und vollkommen vom nassverlegten Heizestrich umschlossen. Der Aufbau entspricht damit der Bauart A nach DIN 18560-2.
Die Tackernadeln werden mit dem ***PRINETO*** Tackergerät über den Rohren platziert und verhaken sich unter der Abdeckfolie der Dämmplatten. Wahlweise können zur Dämmung einzelne Wärme- und Trittschalldämmplatten aus Polystyrol, die mit der ***PRINETO*** Tackerfolie beklebt werden, oder die ***PRINETO*** Systemrolle verwendet werden.




Querschnitt Tackersystem

- Verlegeart, Verlegeabstand und Rohrführung frei wählbar
- Hohe Heizleistung durch vom Nassestrich vollständig umschlossene Heizrohre
- Besonders geeignet für komplizierte und kleine Grundrisse bei verschnittarmer Verlegung der Dämmung (nur ca. 3 % Verschnitt)
- Max. Heizkreisflächen größer als bei Noppenplatte 14 – dadurch sind je nach Aufteilung kleinere Heizkreisverteiler möglich (weniger Stellantriebe etc.)
- Gewerktrennung möglich: Bauherr oder Estrichleger legt die Dämmungen aus – der Heizungsbauer legt die Tackerfolie und befestigt die Heizrohre
- 2 hohe Fußbodennutzlasten möglich

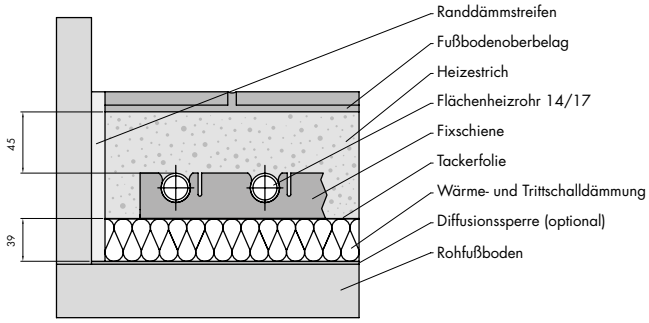
# Kurzbeschreibung der **PRINETO** Fußbodenheizungssysteme



## **PRINETO** Fixschienensystem

Die Heizrohre werden mit einer selbstklebenden Nutenschiene auf der Abdeckfolie der Dämmung befestigt und vollkommen vom nassverlegten Heizestrich umschlossen. Der Aufbau entspricht damit der Bauart A nach DIN 18560-2. Zur Befestigung müssen die Heizrohre im gewünschten Abstand in die Nuten gedrückt werden. Im Bogenbereich können die Rohre zusätzlich vereinzelt mit Tackernadeln befestigt werden. Wahlweise können zur Dämmung einzelne Wärme- und Trittschalldämmplatten aus Polystyrol, die mit der **PRINETO** Tackerfolie beklebt werden, oder die **PRINETO** Systemrolle verwendet werden.

- Schlangenförmige Verlegung der Heizrohre (Schneckenform schwierig)
- Hohe Heizleistung durch vom Nassestrich vollständig umschlossene Heizrohre
- Besonders geeignet für große Flächen bei verschnittarmer Verlegung der Dämmung (nur ca. 3 % Verschnitt)
- Leichte und schnelle Rohrbefestigung bei Ein-Mann-Verlegung
- Gewerktrennung möglich: Bauherr oder Estrichleger legt die Dämmungen aus – der Heizungsbauer legt die Tackerfolie und befestigt die Heizrohre
- Hohe Fußbodennutzlasten möglich

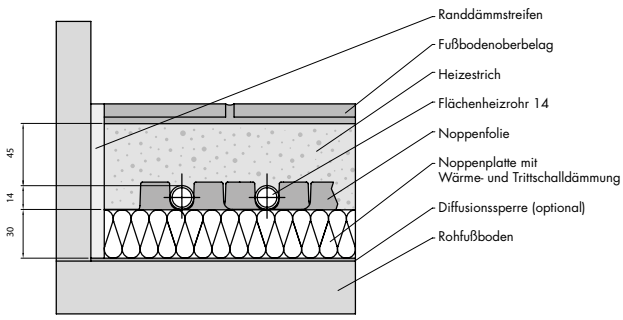



Querschnitt Fixschienensystem

## **PRINETO** Noppenplattensystem 14

Die Heizrohre werden ohne weitere Hilfsmittel in der festen, noppenförmigen Abdeckfolie der Dämmung eingeklemmt und vollkommen vom nassverlegten Heizestrich umschlossen. Der Aufbau entspricht damit der Bauart A nach DIN 18560-2. Der profilierte Folienüberstand verbindet die Noppenplatten untereinander und dichtet die Dämmstoffkanten ab.

- Die Noppenplatte ist Dämmung, Abdeckfolie und Rohrbefestigung in einem – Verlegung in einem Arbeitsgang
- Leichte und schnelle Rohrbefestigung bei Ein-Mann-Verlegung
- Trittstabile Noppenfolie estrichdicht ohne zusätzliches Abkleben
- Hohe Heizleistung durch vom Nassestrich vollständig umschlossene Heizrohre
- Definierte Rohrabstände im Raster 50 mm bei gerader Verlegung bzw. 75 mm bei diagonaler Verlegung
- Extrem niedrige Aufbauhöhe durch Heizrohr 14 mit 11-mm-Noppenplatte möglich (ohne Trittschalldämmung)
- Geradlinig und exakte Rohrverlegung
- Hohe Fußbodennutzlasten möglich




Querschnitt Noppenplatte 14

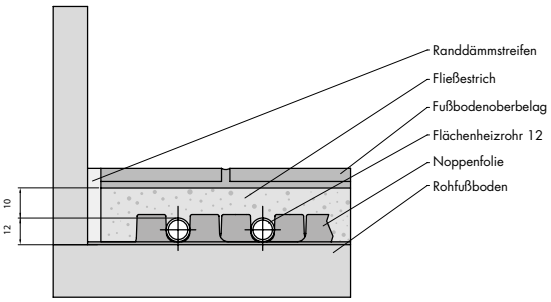
# Kurzbeschreibung der **PRINETO** Fußbodenheizungssysteme



## **PRINETO** Dünnschichtsystem

Das Dünnschichtsystem 12 ist ein Sondersystem für die Verlegung einer wasserdurchströmten Fußbodenheizung mit minimalem Fußbodenaufbau. Da dabei keine Wärme- und Trittschalldämmung unter dem Spezialestrich verlegt wird, erfüllt dieses System die Anforderungen der DIN EN 1264-4 hinsichtlich geforderter Wärmeleitwiderstände der Dämmungen nicht. Die Heizrohre werden ohne weitere Hilfsmittel zwischen den Noppen der Noppenfolie eingeklemmt und vollkommen vom nassverlegten Fließestrich umschlossen.

Der profilierte Folienüberstand verbindet die Noppenfolien untereinander.

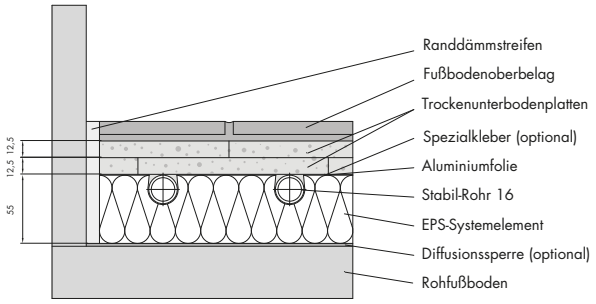



Querschnitt Dünnschichtsystem

- Für Modernisierungen im Gebäudebestand auf Tieftemperatur-Flächenheizung
- Extrem flacher Bodenaufbau: ca. 22 mm Gesamthöhe ab Unterkante Noppenfolie bei 10 mm Rohrüberdeckung (mit untergelegter Dämmung mit max. 20 mm EPS mit 100 kPa sind 20 mm Rohrüberdeckung nötig)
- Mit Heizrohr 12 x 2,0 mm – dadurch kleinere maximale Heizkreisflächen nötig
- Geringeres Quadratmetergewicht als klassischer Heizestrich: ca. 40 kg/m² bei 22 mm Höhe (klassisch ca. 120 kg/m² bei 65 mm Höhe)
- Schnelles Abbinden und Abtrocknen durch Spezial-Nivellierestrich, z. B. Knauf 425: bereits nach 5 Stunden begehbar, nach 2 Tagen belastbar, nach weiteren 5 Tagen Trockenheizen belegreif
- Kurze Reaktionszeiten der Raumtemperaturregelung von 30 Minuten
- Hohe Wärmeleitfähigkeit des Nivellierestrichs mit 1,4 W/mK
- Große spezifische Heizleistungen bei niedrigsten Heizmitteltemperaturen: Raum 20 °C, Parkettboden, VL 33 °C/ RL 28 °C, VA 15 cm = 48 W/m²
- Hoher Komfort und gleichmäßige Fußbodenerwärmung durch kleine Verlegeabstände ab 5 cm
- Geeignet für wohnraumähnliche Nutzung, maximale Nutzlast 3 kN/m²

## **PRINETO** Trockensystem

Das Flächenheizrohr Stabil-16 wird in die Nuten der mit Aluminium beschichteten Dämmelemente hineingelegt. Die Aluminiumfolie leitet die Wärme direkt vom Stabil-Rohr an die Dämmstoffoberfläche und verteilt sie dort an den Trockenestrich. Der Aufbau entspricht damit der Bauart B nach DIN 18560-2.




Querschnitt Trockensystem

- Die Systemelemente sind Dämmung, Wärmeverteilung und Rohrbefestigung in einem – Verlegung in einem Arbeitsgang
- Schlangenförmige Verlegung mit definierten Rohrabständen 12 cm oder 24 cm
- Schnelle, einfache und witterungsunabhängige Montage
- Durch geringes Systemgewicht sehr gut für Holzkonstruktionsdecken geeignet
- Kein Feuchteeintrag ins Bauwerk
- Bauzeitverkürzung gegenüber Nasssystemen aufgrund wegfallender Trockenzeit
- Verlegung des Fußbodenoberbelags kurz nach Trockenestrichverlegung möglich
- Sehr druckfester Fußboden (in Abhängigkeit vom Trockenestrich, ca. 3 kN/m²)
- Verglichen mit Nasssystemen sehr niedrige Aufbauhöhe
- Verlegung der Wärmedämmung und Wärmeleitelemente in einem Arbeitsschritt
- Verschnittarme Verlegung der Systemelemente (nur ca. 3 % Verschnitt)

# Montage und Verlegung



## Normenverweis

Bei der Planung, Installation und beim Betrieb von Fußbodenheizungsanlagen in Gebäuden sind folgende Normen und Verordnungen zu beachten:

- DIN 1055 Lastannahmen für Bauten
- DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
- DIN V 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen
- DIN 4725 Teil 200 Warmwasser-Fußbodenheizungen – Bestimmung der Wärmeleistung bei Rohrüberdeckung über 65 mm
- DIN 4726 Rohrleitungen aus Kunststoffen
- DIN EN 1254 Kupfer- und Kupferlegierung-Fittings
- DIN EN 1264 Fußboden-Heizung – Systeme und Komponenten
- DIN EN 12831 Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast von Gebäuden
- EnEV Energieeinsparverordnung
- DIN EN 12828 Heizungssysteme in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen
- DIN EN 13163 Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS)
- DIN EN 13165 Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan (PUR)
- DIN 18195 Bauwerksabdichtungen
- DIN 18202 Toleranzen im Hochbau
- DIN 18333 VOB Teil C, Betonwerksteinarbeiten
- DIN 18336 VOB Teil C, Abdichtungsarbeiten
- DIN EN 832 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
- DIN 18353 VOB Teil C, Estricharbeiten
- DIN 18380 VOB Teil C, Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
- DIN 18560 Estriche im Bauwesen

## Bauwerkzustand

Das Gebäude sollte dicht und Fenster und Außentüren müssen eingebaut sein, um die Flächenheizung und den Heizestrich vor Nässe und Temperaturschwankungen zu schützen. Alle aufgehenden Bauteile, für die ein Wandputz vorgesehen ist, müssen bis zum tragenden Grund fertig verputzt und alle an den Fußboden angrenzenden Bauteile müssen vorhanden sein. Notwendige Schalungskonstruktionen vor Schächten oder Treppendurchbrüchen müssen fertiggestellt sein.

In allen zu verlegenden Räumen sollte ein Meterriss als Bezugshöhenangabe sein. Ein Wasseranschluss zum Füllen und Abdrücken der Heizkreise sowie ein Baustromanschluss 230 V ist vor Ort erforderlich. Die Systemplanungsunterlagen (z. B.: Verlegesystem, Anordnung der Heizkreise, Verlegeabstand, Dämmstoffmaterialien und -stärken, hydraulische Daten der Verteiler) und der Fugenplan müssen aufeinander abgestimmt sein und vorliegen. Abdichtungen gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit und Wasser entsprechend DIN 18195 bzw. DIN 18336 müssen vor Verlegebeginn der Fußbodenheizung fertiggestellt sein.

Der tragende Untergrund muss entsprechend DIN 18560 zur Aufnahme der Dämmung und des Estrichs ausreichend fest und trocken sein und eine ebene Oberfläche aufweisen. Bei Heizestrichen aus Fertigteilen (Trockenestrichplatten) sind darüber hinaus die besonderen Anforderungen des Herstellers an die Ebenheit des tragenden Untergrundes zu beachten.

Werden die geforderten Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 nicht erreicht, ist ein Niveauausgleich durch eine Ausgleichsschicht erforderlich. Die Ausgleichsschichten müssen in eingebautem Zustand eine gebundene Form aufweisen. Schüttungen dürfen verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit nachgewiesen ist. Druckbelastbare Dämmstoffe dürfen als Ausgleichsschichten verwendet werden.

Der Untergrund darf keine Rohrleitungen oder Erhebungen aufweisen, die zu Schallbrücken und Schwankungen in der Estrichdicke führen können. Verlegte Rohrleitungen müssen befestigt sein und durch einen Ausgleich ist eine ebene Oberfläche zur Aufnahme der Dämmschicht, mindestens jedoch der Trittschalldämmung, zu schaffen.

Soll die Oberfläche des schwimmenden Estrichs im Gefälle liegen, so ist dies bereits im tragenden Untergrund zu berücksichtigen, damit der Estrich in gleichmäßiger Dicke hergestellt werden kann. Über Bauwerksfugen sind auch Fugen in der Dämmschicht und im Estrich anzuordnen.

**HINWEIS**

Bestehen Zweifel am Vorliegen aller erforderlichen Voraussetzungen, ist der Auftraggeber zu informieren. Es sollte dann nicht mit der Verlegung begonnen werden. Zum Schutz der Fußbodenheizung sollte der Heizungsbauer das einzige arbeitende Gewerk in den Räumen sein.

# Montage und Verlegung

## Wärme- und Trittschalldämmung

Vor dem Einbau der Dämmschichten bzw. des Estrichs muss entlang der Wände und an allen aufgehenden Bauteilen (z. B. Pfeiler oder Treppen) ein schalldämmender Randdämmstreifen als Randdehnfuge angeordnet werden. Er nimmt die Längenausdehnung des Heizestrichs bei Erwärmung auf und verhindert die Übertragung von Trittschall auf das umgebende Bauwerk.

Bei mehrlagigen Dämmschichten muss der Randdämmstreifen vor der Verlegung der Trittschalldämmung verlegt sein. Der Randdämmstreifen muss gegen Lageveränderung beim Einbringen des Estrichs gesichert sein.

Die Dämmschichten müssen im Verband angeordnet und dicht gestoßen verlegt werden. Bei Verlegung mehrerer Lagen ist auf einen Fugenversatz zu achten.

Dabei dürfen höchstens zwei Lagen aus Trittschalldämmstoffen bestehen. Die Dämmschicht muss vollflächig auf dem tragenden Untergrund aufliegen, es dürfen sich keine Hohlstellen bilden.

Die Dämmschicht muss für die vorgegebene Verkehrslast geeignet sein (vgl. Dämmungen unter Fußbodenheizungen, ab S. 134). Vor dem Einbau des Estrichs muss die Dämmschicht mit einer PE-Folie mit einer Dicke von mind. 0,15 mm Stärke oder einem Erzeugnis mit gleichwertiger Funktion abgedeckt werden (z. B. Bändchengewebe der Systemrolle oder PS-Noppenfolie). Lose verlegte Bahnen müssen an den Stößen mind. 80 mm überlappen (die Tackerfolie wird 50 mm überlappend verklebt!). Bei Fließestrichen muss die Abdeckung bis zum Erstarren des Estrichs flüssigkeitsdicht sein (z. B. Systemrollenüberlappung und Folienfuß des Randdämmstreifens mit Klebeband abkleben).

**TIPP**

Den Randdämmstreifen nur im unteren Bereich der späteren Dämmschicht an der Wand festtackern. Sitzen die Tacker in der Estrichschicht, bilden sie Trittschallbrücken zur Wand. Sitzen sie über dem Estrich, wird beim Abschneiden und Lösen des überstehenden Randdämmstreifens der fertige Wandputz beschädigt.

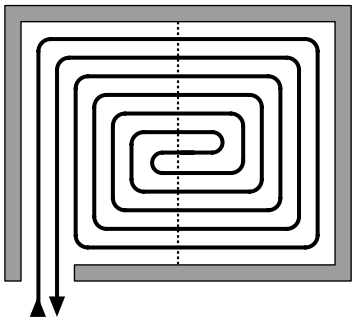
**HINWEIS**

Die Verbesserung der Trittschalldämmung erfordert eine schallbrückenfreie Ausführung! Sie ist darum besonders sorgfältig zu verlegen. Nicht alle Dämmstoffe haben auch trittschalldämmende Eigenschaften (vgl. Dämmungen unter Fußbodenheizungen). Alle Dämmstoffe sind bis zur Fertigstellung des Estrichs vor Beschädigung (z. B. Zertreten, Zerreißen etc.) zu schützen.

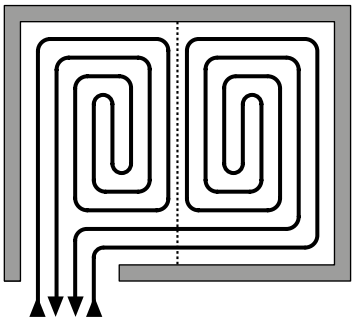
## Bewegungsfugen

Um Schäden durch die Schrumpfung beim Austrocknen, die thermisch bedingte Ausdehnung des Heizestrichs und die Übertragung des Trittschalls zu vermeiden, ist es erforderlich, Bewegungsfugen am Rand des Estrichs (Randdämmstreifen) und ggf. im Estrich und Bodenbelag anzuordnen.

Bei Heizestrichen sind bei stark versprengenden Flächen, in Türdurchgängen und innerhalb einer Heizfläche mit unterschiedlich beheizten Heizkreisen in der Regel Bewegungsfugen anzuordnen. Die Bewegungsfugen dürfen nicht von Heizkreisen gekreuzt werden und sollten in den Türdurchgängen unter dem Türblatt gesetzt werden. Anschlussleitungen, die durch eine Bewegungsfuge geführt werden, sind mit Rohrhülsen (z. B. Wellrohr) etwa 300 mm lang zu schützen.



Heizkreisanordnung falsch

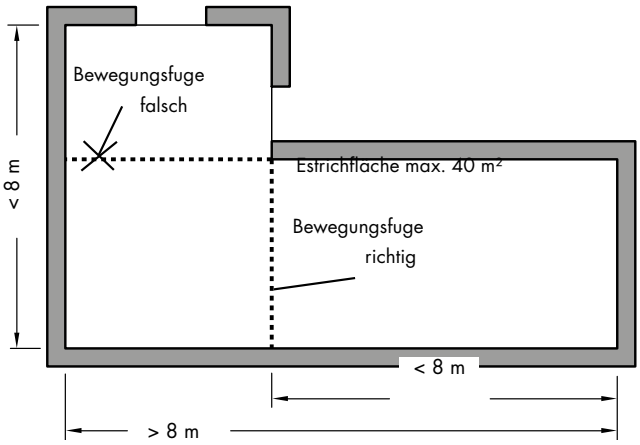


Heizkreisanordnung richtig

# Montage und Verlegung

**TIPP**

Wir empfehlen gemäß DIN EN 1264-4, eine Estrichflächengröße von 40 m² und eine Seitenlänge von 8 m nicht zu überschreiten. Sind die Räume größer, müssen auch innerhalb der Estrichplatte Bewegungsfugen so angeordnet werden, dass entsprechend kleinere Flächen mit den zuvor genannten Maximalmaßen entstehen (Seitenverhältnis 1:2). Über Bauwerksfugen sind auch Estrichfugen anzuordnen. Grundsätzlich sind die Vorgaben des Bauwerkplaners zu beachten.






## Heizestrich

Je nach Anordnung der Rohre werden Heizestriche in Bauarten unterteilt:

- Bauart A mit Rohren innerhalb des Estrichs (Tackersystem, Noppensystem)
- Bauart B mit Rohren unterhalb des Estrichs (Trockenfußbodenheizung)

Im Bereich der Heizrohre bei Warmwasser-Fußbodenheizungen darf die mittlere Temperatur in Zement- und Calciumsulfatestrichen 55 °C auf Dauer nicht überschreiten. Die Estrichdicke richtet sich in Abhängigkeit von der Härteklasse (Biegezugfestigkeit) und der Nutzlast nach DIN 18560-2. Zur Nenndicke bei Estrichen nach Bauart A muss zusätzlich der Rohraußendurchmesser des Flächenheizrohres hinzugerechnet werden. Die Rohrüberdeckung (eigentliche Estrich-Nenndicke) muss bei Estrichen der geringsten Härteklasse F4 mind. 45 mm, bei Fließestrichen mind. 40 mm betragen.

Bei anderen Härteklassen sind abweichende Dicken, mindestens jedoch 30 mm, möglich. Bei diesen Estrichen muss eine Prüfung auf Tragfähigkeit, bei Stein- und keramischen Belägen auch auf Durchbiegung, durchgeführt werden.

Bei der Verlegung von Heizestrichen aus Fertigteilen sind die besonderen Angaben der Hersteller zu beachten.

**TIPP**

Zur Vergütung von Zementestrichen (30 % höhere Druck- und Biegezugfestigkeit bei verringerter Rissbildung, verbesserte Verarbeitbarkeit des Estrichmörtels bei geringem Anmachwasserbedarf) empfehlen wir die Verwendung von ***PRINETO*** Estrichzusatz ZE 30 (Art.-Nr. 878 386 040).

# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



## Allgemeine Anforderungen

Um die Leistungsfähigkeit eines Fußbodenheizsystems voll ausnutzen zu können, müssen die Wärmeverluste nach unten so gering wie möglich gehalten werden. In Abhängigkeit von der Temperatur des unter der Fußbodenheizung befindlichen Raumes oder Bauteils kann dies mit unterschiedlichen Dämmstoffmaterialien oder Dämmstoffstärken erreicht werden. Dieser Anforderung liegen die DIN EN 1264 (Fußbodenheizung; Systeme und Komponenten), die DIN 4108 (Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden) sowie die Energieeinsparverordnung zugrunde.

Entsprechend DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) müssen diese Dämmstoffe auch, je nach Nutzung des Gebäudes, die Übertragung des Trittschalls des beheizten Bodenaufbaus auf den darunter liegenden Raum reduzieren.

Die ***PRINETO*** Dämmstoffe entsprechen folgenden Normen:

- DIN EN 13163 (Wärmedämmstoffe für Gebäude, werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol EPS)
- DIN EN 13165 (Wärmedämmstoffe für Gebäude, werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan Hartschaum PUR)
- DIN V 4108-10 (Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe)

Werden andere Dämmstoffe verwendet, so muss deren Brauchbarkeit, den bauaufsichtlichen Vorschriften entsprechend, nachgewiesen sein (z. B. durch eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung ABZ).

## Neu zu errichtende Gebäude

Die wärmetechnischen Mindestanforderungen an Dämmstoffe unter Fußbodenheizungen für neu zu errichtende Gebäude sind festgelegt in der DIN EN 1264-4.

Darin werden, in Abhängigkeit vom darunter angrenzenden Raum und dessen Temperatur, die jeweiligen Wärmeleitwiderstände $R_\lambda$ der Dämmschichten unter der Fußbodenheizung angegeben:

- Gegen beheizten Raum:
  ≥ 0,75 m²K/W
  (z. B. EPS 30 mm mit 0,040 W/mK).

- Gegen unbeheizten Raum oder Erdreich:
  ≥ 1,25 m²K/W
  (z. B. EPS 50 mm mit 0,040 W/mK),
  bei einem Grundwasserspiegel ≤ 5 m
  sollte dieser Wert erhöht werden.

- Gegen bis –15 °C Außenluft:
  ≥ 2,00 m²K/W
  (z. B. EPS 20 mm mit 0,040 W/mK
  und PUR 40 mm mit 0,025 W/mK).

Multipliziert man den geforderten Wärmeleitwiderstand $R_\lambda$ mit dem Wert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ eines Dämmstoffes, so erhält man dessen erforderliche Dämmstoffstärke d (in Meter):

$$d\,[m] = R_\lambda\,[m^2K/W] \cdot \lambda\,[W/mK]$$
$$0{,}03\ m = 0{,}75\ m^2K/W \cdot 0{,}040\ W/mK$$

Teilt man die Dämmstoffstärke d (in Meter) durch den Wert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ dieser Dämmung, so erhält man deren Wärmeleitwiderstand $R_\lambda$:

$$R_\lambda\,[m^2K/W] = d\,[m] : \lambda\,[W/mK]$$
$$1{,}25\ m^2K/W = 0{,}05\ m : 0{,}040\ W/mK$$

Diese Werte stellen die Mindestanforderungen dar. Um die energetische Bilanz des Gebäudes zu verbessern (DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10), können höhere Wärmeleitwiderstände erforderlich sein.

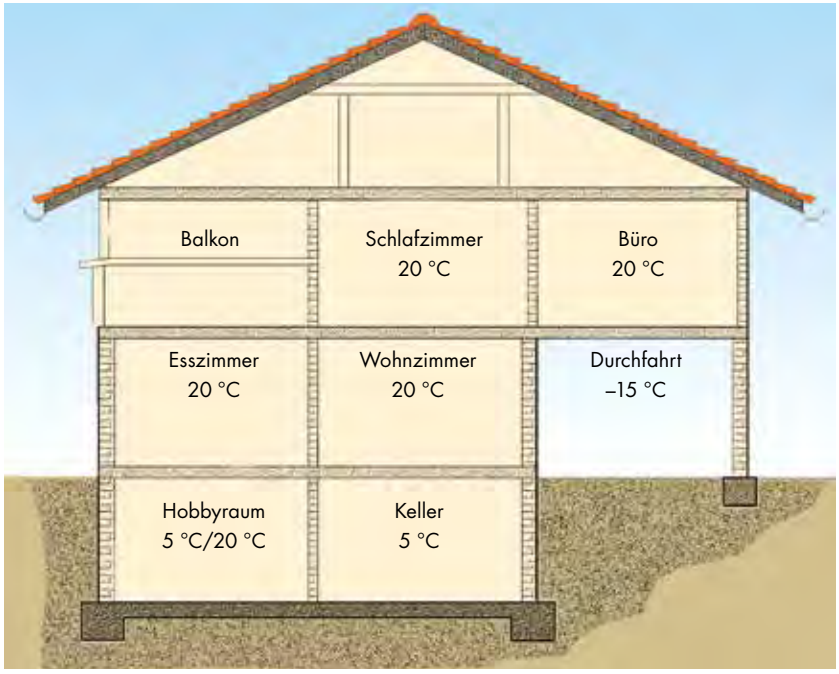
**HINWEIS**

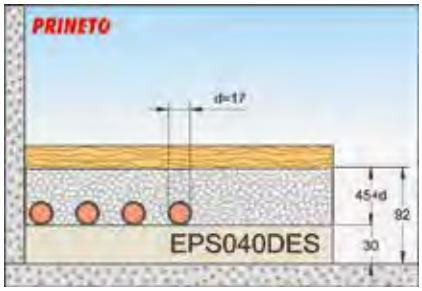
Ein höherer Wärmeleitwiderstand zwischen der Heizebene und der Deckenoberfläche verbessert auch die Möglichkeit für eine angestrebte Temperaturabsenkung in dem darunter liegenden Raum (z. B. Schlafzimmer). Besonders in Mehrfamilienhäusern ist es daher empfehlenswert, den Wärmeleitwiderstand höher als in DIN 1264 angegeben zu wählen.

# Dämmungen unter Fußbodenheizungen

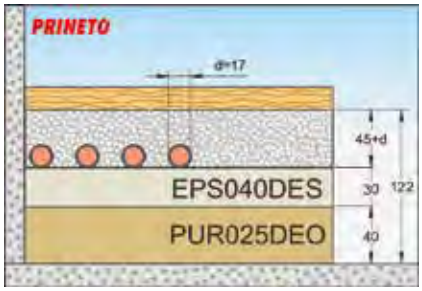
Beispiele zur Dämmstoffanordnung nach DIN EN 1264

***PRINETO*** Tackersystem bzw. Fixschienensystem, Klettsystem

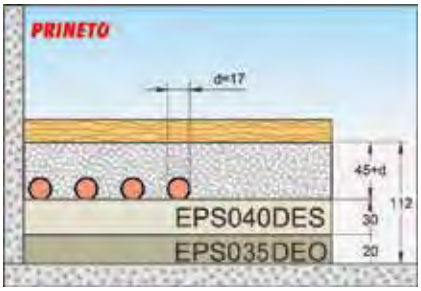


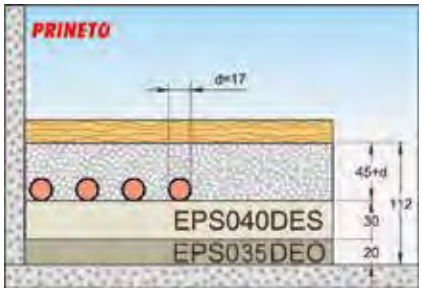

Schlafzimmer:
gegen beheizten Raum



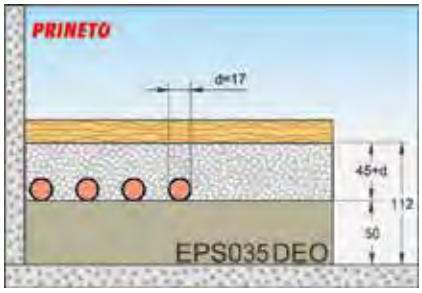

Büro:
gegen Außentemperatur bis –15 °C




Wohnzimmer:
gegen unbeheizten Raum




Esszimmer:
gegen in Abständen beheizten Raum




Hobbyraum:
gegen Erdreich

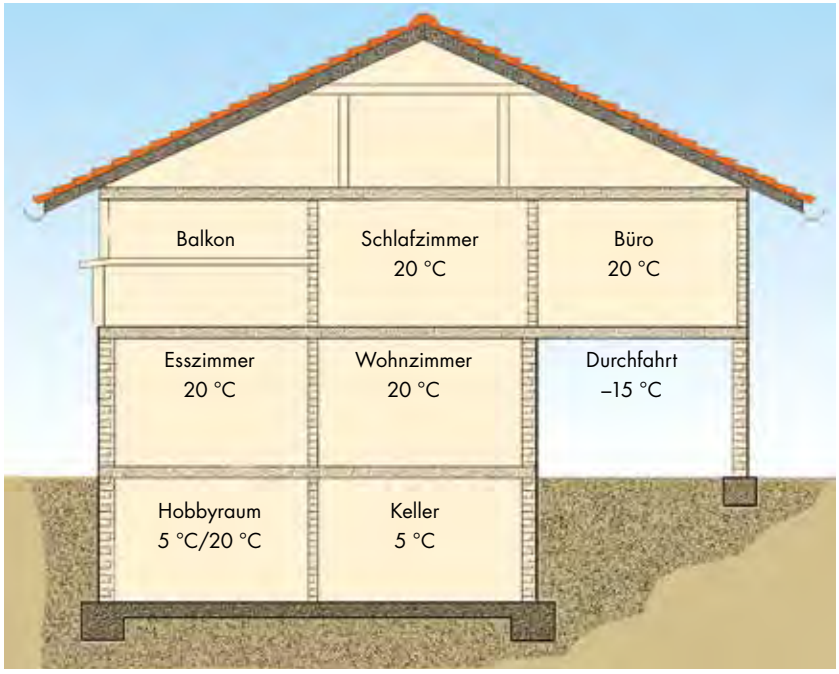
EPS: Expandiertes Polystyrol
PUR: Polyurethan-Hartschaum
DEO: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
DES: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen 040: Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK

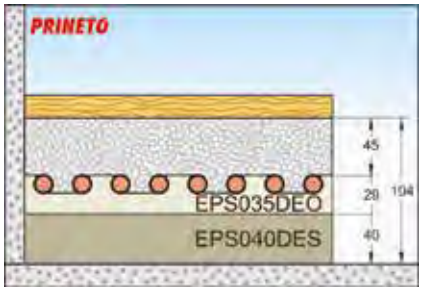
# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



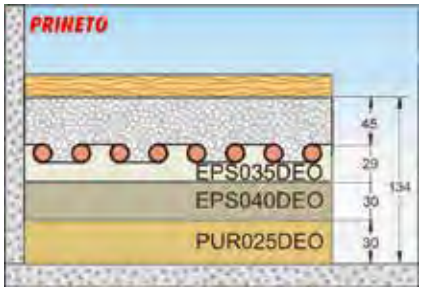
Beispiele zur Dämmstoffanordnung nach DIN EN 1264

***PRINETO*** Noppensystem 14 mit Wärmedämmplatte 10 mm

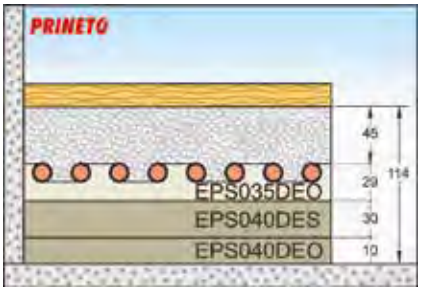


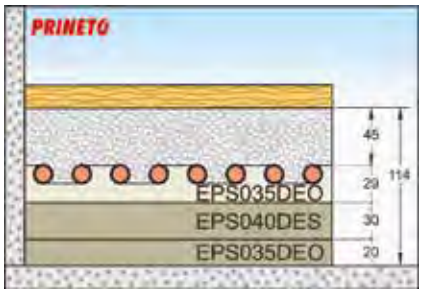

Schlafzimmer:
gegen beheizten Raum



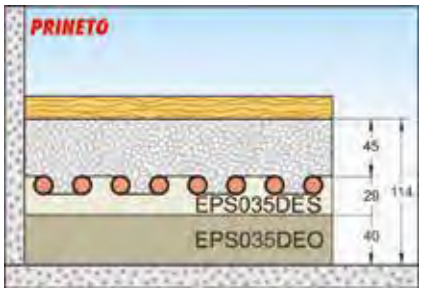

Büro:
gegen Außentemperatur bis –15 °C




Wohnzimmer:
gegen unbeheizten Raum




Esszimmer:
gegen in Abständen beheizten Raum




Hobbyraum:
gegen Erdreich

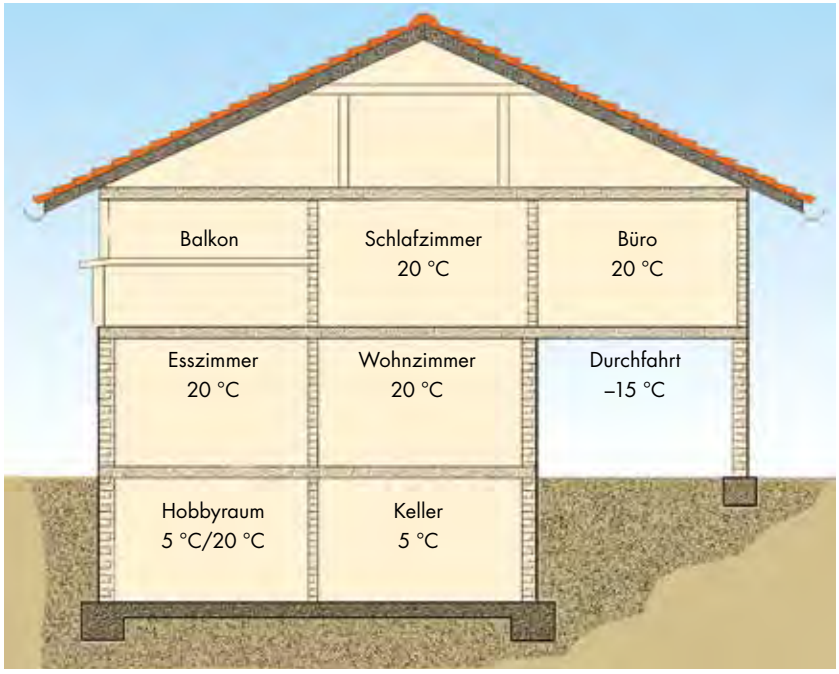
EPS: Expandiertes Polystyrol
PUR: Polyurethan-Hartschaum
DEO: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
DES: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen 040: Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK

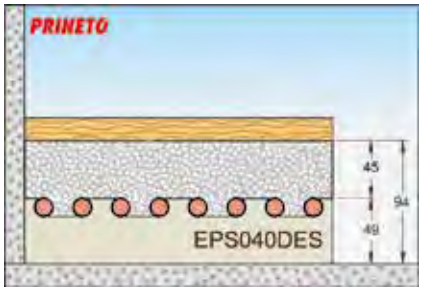
# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



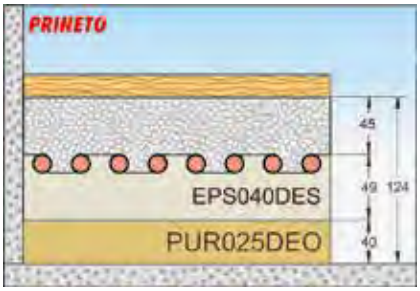
Beispiele zur Dämmstoffanordnung nach DIN EN 1264

***PRINETO*** Noppensystem 14 mit Wärme- und Trittschalldämmplatte 30 mm

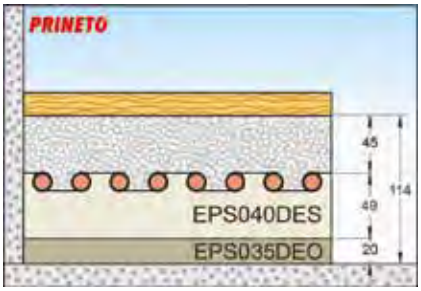


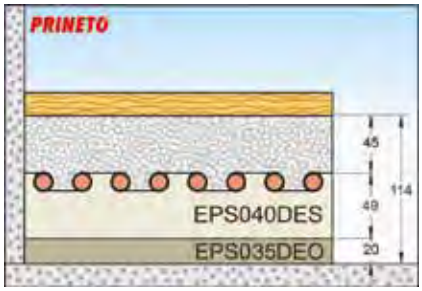

Schlafzimmer:
gegen beheizten Raum



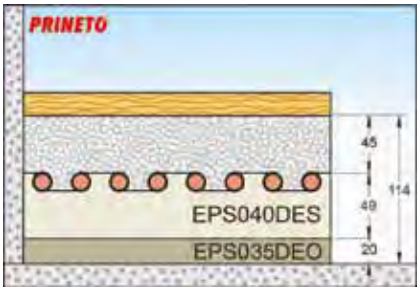

Büro:
gegen Außentemperatur bis –15 °C




Wohnzimmer:
gegen unbeheizten Raum




Esszimmer:
gegen in Abständen beheizten Raum




Hobbyraum:
gegen Erdreich

EPS: Expandiertes Polystyrol
PUR: Polyurethan-Hartschaum
DEO: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
DES: Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen 040: Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK

# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



## Bestehende Gebäude oder kleine Gebäude (< 50 m² Nutzfläche)

Auch bei diesen Gebäuden haben grundsätzlich die wärmetechnischen Mindestanforderungen an Dämmstoffe unter Fußbodenheizungen nach DIN EN 1264-4 Gültigkeit. Darüber hinausreichend schreibt die Energieeinsparverordnung vom 18.03.2009 in Anhang 3, Tabelle 1, Zeile 5b für diese Gebäude jedoch einen höheren Wärmeleitwiderstand für Dämmungen gegen unbeheizte Räume oder Erdreich vor:
Maximaler Wärmedurchgangskoeffizient $U_{max.}$ gegen unbeheizten Raum oder Erdreich 0,50 m²K/W (entspricht einem Wärmeleitwiderstand von 2,00 m²K/W).

Die Anordnung der Dämmstoffe und die Fußbodenaufbauhöhen gegen einen unbeheizten Raum oder Erdreich entsprechen dann der Dämmung gegen Außenluft bis –15 °C.

Anwendungseinschränkungen:
Bei der Änderung von Decken an bestehenden Gebäuden ist dieser Wert nur einzuhalten, wenn die Änderung mehr als 10 % der Gesamtbauteilfläche betrifft (EnEV 2009 – § 9, Abs. 3).

Werden in bestehenden Gebäuden Fußbodenaufbauten auf der beheizten Seite aufgebaut oder erneuert, gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn ein Fußbodenaufbau mit der ohne Anpassung der Türhöhen höchstmöglichen Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/mK) ausgeführt wird (EnEV 2009 – Anhang 3, Punkt 5).

## Trittschalldämmung

Die Werte der maximal zulässigen Trittschall-Schutzmaße (erf. TSM) zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich sind in DIN 4109 angegeben und betragen in den meisten Fällen 10 dB.

In Abhängigkeit von Material, Masse und Konstruktion einer Rohdecke ergibt sich ihr äquivalentes Trittschall-Schutzmaß (TSMeq, R). Die Differenz zwischen äquivalentem Trittschall-Schutzmaß dieser Rohdecke und dem max. zulässigen Trittschall-Schutzmaß ist das erforderliche Trittschall-Verbesserungsmaß (VMR). Dem wird ein Zuschlag von 2 dB (sog. Vorhaltemaß) hinzugerechnet.

Beispiel: 20 cm blanke Massivbetondecke mit 450 kg/m² zwischen 2 Wohnzimmern:

$TSM_{eq,R}$ = –8 dB
erf. TSM = 10 dB
$VM_{R,min}$ [dB] = erf. TSM [dB] – $TSM_{eq,R}$ [dB] + 2 dB
= 10 dB – (–8) dB + 2 dB
= 20 dB

Zur Einhaltung des max. zulässigen Trittschall-Schutzmaßes muss diese Rohbetondecke mit einer Deckenauflage mit einem Mindest-Trittschall-Verbesserungsmaß von 20 dB belegt werden (z. B. Systemrolle mit 28 dB).

## Verkehrslast und Zusammendrückbarkeit

Um einem Absinken des fertigen Fußbodens vorzubeugen (z. B. abgerissene Randdehnfugen) muss die Dämmschicht für die vorgegebene Verkehrslast geeignet sein. Die Zusammendrückbarkeit der Dämmung ergibt sich aus der Differenz zwischen der Lieferdicke (Nenndicke) und der Dicke unter Belastung. Sie ist aus der Dämmstoffkennzeichnung ersichtlich (vgl. Kennzeichnung von Dämmstoffen, S. 139). Bei mehreren Lagen sind die Zusammendrückbarkeiten der einzelnen Lagen zu addieren.

Bei Zement- und Calciumsulfatestrichen darf die Zusammendrückbarkeit der gesamten Dämmschicht nach DIN 18560-2:

- bei einer Flächenlast ≤ 3,0 kN/m² max. 5 mm,
- bei Flächenlasten von 4,0 bis 5,0 kN/m² max. 3 mm,
- und bei Gussasphaltestrichen grundsätzlich max. 3 mm betragen.

Werden Trittschall- und Wärmedämmstoffe in einer Dämmschicht zusammen eingesetzt, muss der Dämmstoff mit der geringeren Zusammendrückbarkeit (i.d.R. reine Wärmedämmplatten) oben liegen. Dies gilt nicht für trittschalldämmende Heizsystemplatten und auch nicht für die Fälle des Rohrausgleichs mit Wärmedämmplatten.

**HINWEIS**

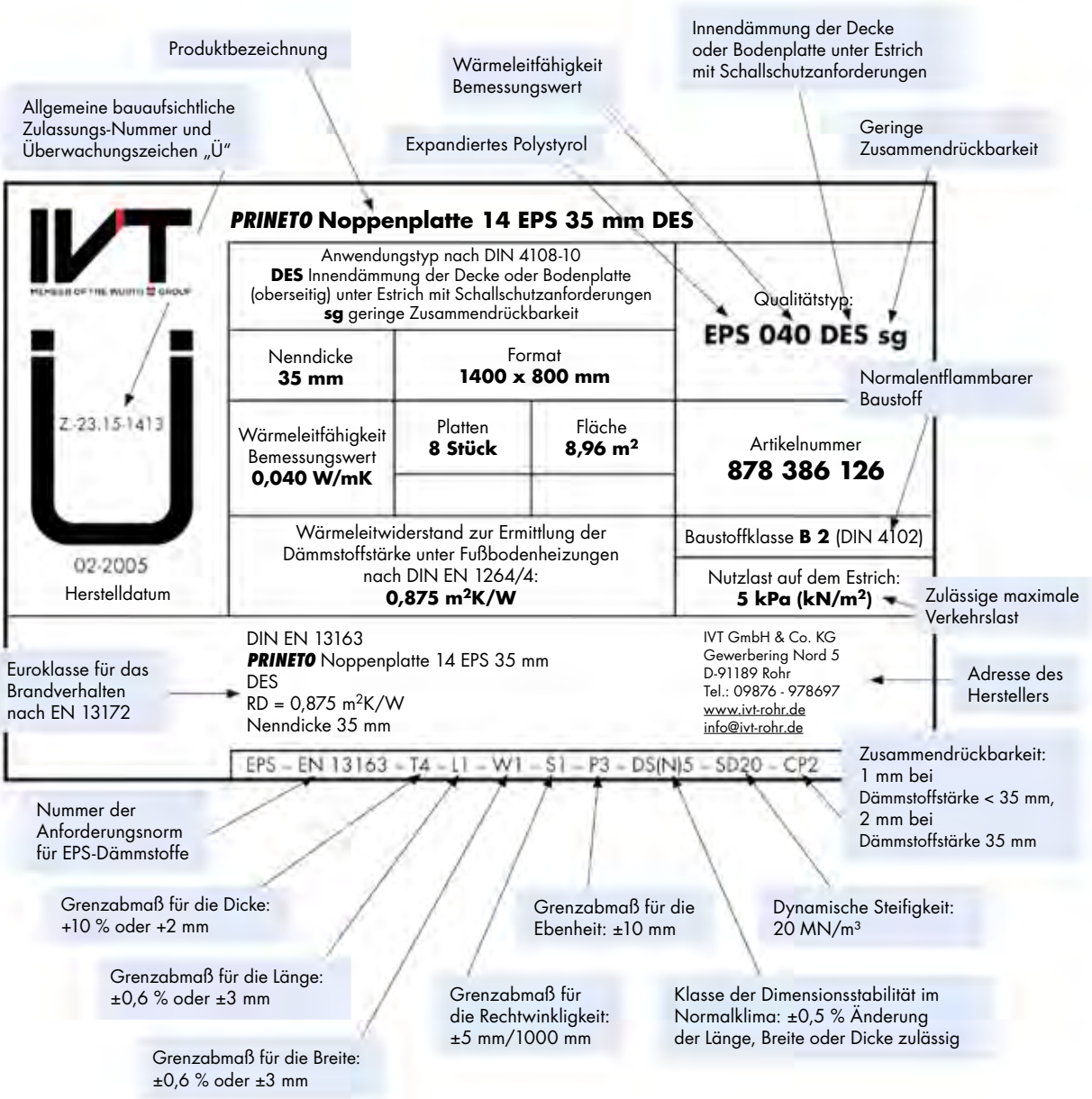
In Verbindung mit verschiedenen Baustoffen (z. B. Bitumenschweißbahnen oder Kunstharzestriche) können Dämmstoffe durch Bindemittelbestandteile oder Lösemittel angegriffen werden. Dagegen sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



## Kennzeichnung von Dämmstoffen

Im Zuge des freien Warenverkehrs in Europa wurden auch die Dämmstoffnormen vereinheitlicht. Alle Dämmstoffe wurden mit einem Bezeichnungsschlüssel versehen, der auf dem Etikett der Verpackung steht und aus dem alle relevanten Produktdaten hervorgehen. Die wichtigsten Daten werden an folgendem Etikett erläutert:



# Dämmungen unter Fußbodenheizungen



**HINWEIS**

Der Nennwert des Wärmeleitwiderstandes ist der tatsächlich ermittelte Wert des Herstellers (z. B. 0,038 W/mK).

Mit CE-Zeichen wird der Bemessungswert des Wärmeleitwiderstandes aus Nennwert multipliziert mit 1,20 errechnet (z. B. 0,038 W/mK x 1,2 = 0,045 W/mK).

Liegt eine ABZ (Ü-Kennzeichen) vor, kann der Bemessungswert des Wärmeleitwiderstandes aus dem Nennwert multipliziert mit 1,05 errechnet werden (z. B. 0,038 W/mK x 1,05 = 0,040 W/mK).

Quelle: Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (FIW München)

Die einzelnen Anwendungsgebiete und die technischen Mindestanforderungen der Dämmstoffe werden in DIN 4108 10 (06/2008) beschrieben. Auch dort werden Buchstabenkürzel zur Unterscheidung und Kennzeichnung verwendet. Auszugsweise einige Beispiele:

**Anwendungsgebiet Decke oder Dach:**

- DEO = Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen (reine Wärmedämmung)
- DES = Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen (Wärme- und Trittschalldämmung)

**Druckbelastbarkeit:**

- dg = Geringe Druckbelastbarkeit (Wohn- und Bürobereich unter Estrich)
- dm = Mittlere Druckbelastbarkeit (nicht genutztes Dach mit Abdichtung)
- dh = Hohe Druckbelastbarkeit (Genutzte Dachflächen oder Terrassen, bei PUR-Dämmstoffen CS(10/Y)100 = Druckfestigkeit ≥ 100 kPa)
- ds = Sehr hohe Druckbelastbarkeit (Industrieböden oder Parkdecks, bei PUR-Dämmstoffen CS(10/Y)150 = Druckfestigkeit ≥ 150 kPa)

**Schalltechnische Eigenschaften:**

- sg = Trittschalldämmung, geringe Zusammendrückbarkeit (unter schwimmendem Estrich).
  Bei EPS-Dämmstoffen CP2:

  Anforderung ≤ 2 mm
  Grenzabmaß ≤ 1 mm bei Dämmstoffstärke < 35 mm
  ≤ 2 mm bei Dämmstoffstärke ≥ 35 mm
  Estrichnutzlast ≤ 5 kPa [kN/m²]

- sm = Trittschalldämmung, mittlere Zusammendrückbarkeit (unter schwimmendem Estrich).
  Bei EPS-Dämmstoffen CP3:

  Anforderung ≤ 3 mm Grenzabmaß
  ≤ 2 mm bei Dämmstoffstärke < 35 mm
  ≤ 3 mm bei Dämmstoffstärke ≥ 35 mm
  Estrichnutzlast ≤ 4 kPa [kN/m²]

- sh = Trittschalldämmung, erhöhte Zusammendrückbarkeit (unter schwimmendem Estrich).
  Bei EPS-Dämmstoffen CP5:

  Anforderung ≤ 5 mm
  Grenzabmaß ≤ 2 mm bei Dämmstoffstärke < 35 mm
  ≤ 3 mm bei Dämmstoffstärke ≥ 35 mm
  Estrichnutzlast ≤ 2 kPa [kN/m²]

# Dämmung durchlaufende Zuleitungen



Bei den Anbindeleitungen vom Verteiler zu den Heizflächen handelt es sich um durchlaufende Zuleitungen, welche nicht im Sinne der EnEV 2014 (§ 14) zur „Verteileinrichtung …", sondern zum Bestandteil der Wärmeübergabe gehören. Somit unterliegen die durchlaufenden Zuleitungen nicht der Dämmpflicht nach EnEV. **

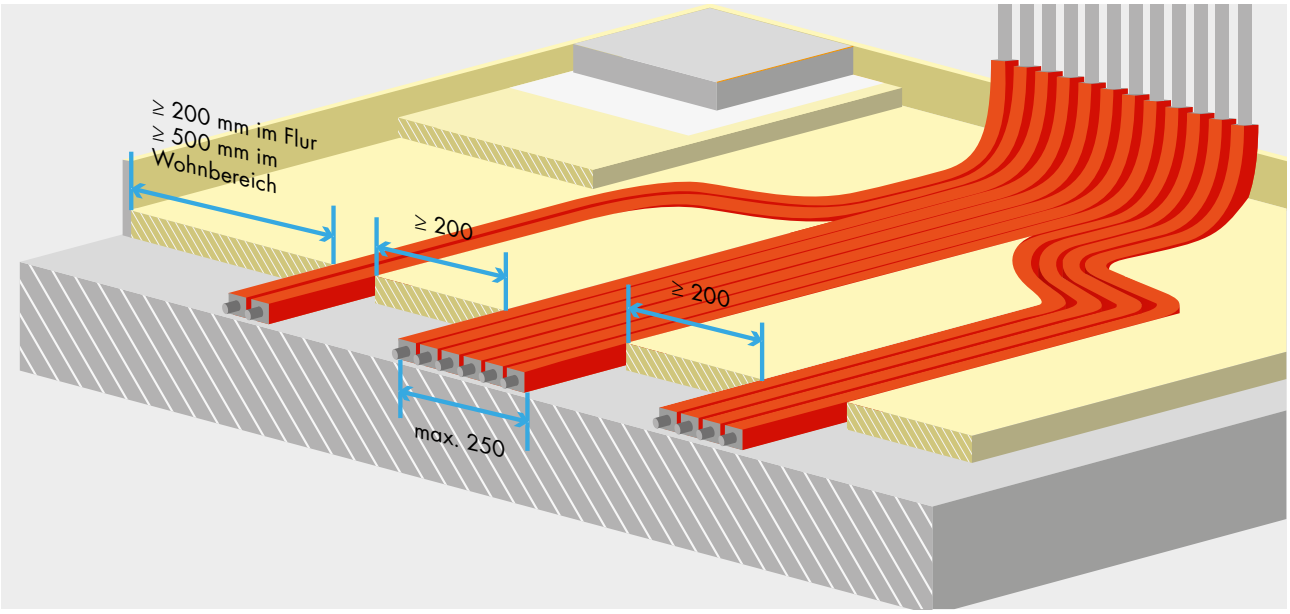
** Quelle: BVF-Positionspapier

Entsprechend EnEV (§ 14, Absatz 2) gilt: „Heizungstechnische Anlagen mit Wasser als Wärmeträger müssen in Gebäuden mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet werden; von dieser Pflicht ausgenommen sind Fußbodenheizungen in Räumen mit weniger als sechs Quadratmeter Nutzfläche."

Demzufolge muss die Raumtemperatur regelbar sein. Aber auch bei Räumen kleiner 6 m² ist eine unzulässige Temperaturerhöhung durch durchlaufende Zuleitungen zu vermeiden. Als Faustformel zur Regelbarkeit kann angewendet werden, dass die Summe der Zuleitungslängen mit Vor- und Rücklauf weniger als 1/3 der Gesamtrohrlängen im jeweiligen Raum betragen. Gegebenenfalls ist dies rechnerisch zu überprüfen, um eine unerwünschte Temperaturerhöhung auszuschließen. Hierbei fällt bei der Planung der Standortes des Verteilers eine entscheidende Rolle zu.

Sollte durch bauliche Veränderungen nicht sichergestellt werden können, dass sich der Raum unzulässig erwärmt, ist die Wärmeabgabe der durchlaufenden Zuleitungen zu beschränken.

Hierbei können die ***PRINETO*** Flächenheizrohre, quadratisch/vorgedämmt, eingesetzt werden. Weiterhin unterstützt es den Wohnkomfort, da der Boden nicht ungleichmäßig, sondern durch den entsprechenden Heizkreis erwärmt wird. Durch die quadratische Form und der Aufbauhöhe von 34 mm lassen sich die durchlaufenden Zuleitungen ohne große Stückelung der Dämmung mit verlegen.
Durch die Verwendung des ***PRINETO*** Rohrdämmstoffklebendes (878 681 900) zum Abkleben der Befestigungen der vorgedämmten Rohre wird die Übertragung von Trittschall auf das Bauwerk behindert.




Rohrtrassenbreiten sowie Breiten der Auflageflächen

# Montageanleitungen

## Heizkreisverteiler-Schränke

In den Heizkreisverteiler-Schränken Aufputz und Unterputz können die Heizkreisverteiler mit der erforderlichen Regel- und Messtechnik sauber und zugänglich befestigt und angeschlossen werden. Alle Sichtbereiche der Schränke sind weiß pulverbeschichtet (RAL 9010 glänzend). Für den Betrieb der Regelkomponenten ist im Verteilerkasten ein 230-V-Wechselspannungs-Anschluss erforderlich.

**Aufputz-Schrank**
Zur Montage wird der Kasten durch die beiden Bohrungen (Ø 8 mm) in der Rückwand auf die fertig verputzte Wand und die Stellfüße durch vier Bohrungen (Ø 8 mm) auf den Rohboden geschraubt. Die Stellfüße sind mittels Flügelmuttern am Kasteninneren befestigt und lassen sich 170 mm herausziehen. Der erzielbare Maximalabstand von Oberkante Rohboden bis Unterkante Estrichprallblech (entspricht Oberkante Flächenheizrohr) beträgt somit 170 mm.

Es können somit maximal 140 mm Dämmung untergelegt werden, da auf der Dämmung die Rohrstärke mit berücksichtigt werden muss. Sind höhere Bodenaufbauten erforderlich, ist das Differenzmaß bauseitig auszugleichen. Die beiden Halter des Heizkreisverteilers und die Hutschiene der Klemmleiste werden auf den verschiebbaren Schienen an der Rückwand des Kastens befestigt. Dazu befinden sich auf jeder Schiene fünf Schrauben mit Hutmuttern. Wir empfehlen, die Klemmleiste oberhalb des Rücklaufbalkens zu montieren, um eine übersichtliche Verdrahtung zu ermöglichen. Zum Anschluss der Flächenheizrohre an die Verteiler kann das Estrichprallblech durch Herausschrauben der beiden Blechtreibschrauben abgenommen werden.

Das Vor- und Rücklaufrohr zum Verteileranschluss kann nur von unten in den Schrank verlegt werden. Werden zum Anschluss am Kugelhahn Winkelübergänge verwendet, so müssen die Rohre versetzt hintereinander verlegt werden. Mit Hilfe des Spezialwinkels vom WMZ vertikal (Sonderteil, separat bestellen) ist die Rohrführung nebeneinander möglich. Die Rohre können dann durch die hintere Aussparung, auch aus der Wand kommend, angeschlossen werden.

Nach Beendigung aller Installationsarbeiten und vor Einbringung des Estrichs muss das Estrichprallblech wieder montiert und die Schranktür eingesetzt werden.
Um Beschädigungen oder Verunreinigungen während der Bauphase zu vermeiden, sollte die Schrankoberfläche mit Folie abgeklebt werden.

### Maße Aufputz-Schränke

| Größe | Artikelnummer | Breite (mm) | Höhe (mm) | Tiefe (mm) | Gewicht (kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 878 386 030 | 442 | 623-795 | 126 | 9,0 |
| 2 | 878 386 031 | 496 | 623-795 | 126 | 9,5 |
| 3 | 878 386 032 | 581 | 623-795 | 126 | 10,5 |
| 4 | 878 386 033 | 731 | 623-795 | 126 | 13,0 |
| 5 | 878 386 034 | 881 | 623-795 | 126 | 14,5 |
| 6 | 878 386 035 | 1031 | 623-795 | 126 | 17,0 |

### Maße Unterputz-Schränke

| Größe | Artikelnummer | Breite (mm) außen | Breite (mm) innen | Breite mit Rahmen | Höhe (mm) | Tiefe (mm) | Gewicht (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 878 386 022 | 435 | 400 | 455 | 665-820 | 110 | 9,5 |
| 2 | 878 386 023 | 485 | 455 | 510 | 665-820 | 110 | 10,5 |
| 3 | 878 386 024 | 570 | 540 | 595 | 665-820 | 110 | 11,5 |
| 4 | 878 386 025 | 720 | 690 | 745 | 665-820 | 110 | 14,0 |
| 5 | 878 386 026 | 875 | 845 | 900 | 665-820 | 110 | 16,0 |
| 6 | 878 386 027 | 1020 | 990 | 1045 | 665-820 | 110 | 18,5 |
| 7 | 878 386 028 | 1170 | 1140 | 1195 | 665-820 | 110 | 21,0 |

# Montageanleitungen



**Unterputz-Schrank**
Die Einbauzarge ist aus feuerverzinktem Stahlblech gefertigt.

Zur Montage wird der Kasten durch die vier Bohrungen (Ø 8 mm) mit den Stellfüßen auf den Rohboden geschraubt.

**ACHTUNG**

Zur Befestigung des UP-Schrankes auf dem Rohboden müssen Rohrumlenkleiste oder/und Estrichprallblech montiert sein!

Die Größe der erforderlichen Maueröffnung ist abhängig von der verwendeten Schrankgröße (vgl. Maßtabelle). Die Stellfüße sind mittels Flügelmuttern am Kastenäußeren befestigt und lassen sich 165 mm herausziehen. Bei Verwendung des Unterputz-Schranks können bis 160 mm Wärmedämmung verbaut werden. Auf Grund des höher gelegenen Unterkantfalzes sind für die Rohrdicke nur 5 mm zu berücksichtigen. Sind höhere Bodenaufbauten erforderlich, ist das Differenzmaß bauseitig auszugleichen.

Die beiden Halter des Heizkreisverteilers und die Hutschiene der Klemmleiste werden auf den verschiebbaren Schienen an der Rückwand des Kastens befestigt. Dazu befinden sich auf jeder Schiene fünf Schrauben mit Hutmuttern. Wir empfehlen, die Klemmleiste oberhalb des Rücklaufbalkens zu montieren, um eine übersichtliche Verdrahtung zu ermöglichen. Die Anschlussrohre zu den Verteilern können von unten aus dem Boden kommend oder von links oder rechts durch die Seitenwand geführt werden. Dazu müssen die vorgestanzten Ovalbleche herausgebrochen werden. Zum Verputzen der Wand sollte das fertig lackierte Estrichprallblech nicht montiert sein und die mitgelieferte Spritzschutz-Kartonage das Schrankinnere schützen.

Nach dem Anschluss der Flächenheizrohre am Verteiler und vor Einbringung des Estrichs wird das Estrichprallblech wandbündig montiert. Die Spritzschutzkartonage sollte zur Estrichverlegung wieder das Schrankinnere schützen.

Der separat verpackte Türrahmen mit Tür wird zur Fertigmontage wandbündig mit den vier Haltelaschen an den Flügelmutter-Schrauben im Inneren des Kastens befestigt. Die einzelnen Haltelaschen dazu vorher in die Aussparungen des Türrahmens bis zum Einrasten hineinstecken. Sie ermöglichen einen Putzstärkenausgleich von maximal 40 mm.

**HINWEIS**

Verteiler, die außerhalb der thermischen Gebäudehülle montiert werden müssen, müssen bauseits gedämmt werden oder mit einem gedämmten Gehäuse umschlossen werden.

## Heizkreisverteiler

**Heizkreisverteiler mit Regulux Memory**
Der Heizkreisverteiler wird zur Verteilung, Absperrung und Einregulierung des Heizwasserstroms einzelner Niedertemperatur-Heizkreise von Flächenheizungen eingesetzt. Durch integrierte Flowmeter wird der hydraulische Abgleich erleichtert und eine optische Kontrolle des Massenstromes ermöglicht (Vorgehensweise und Druckverlustdiagramme im ***PRINETO*** Katalog unter „hydraulischer Abgleich", S. 191).

- Hergestellt aus hochwertigem Edelstahl 1.4301 (Edelstahlrohr 35 x 1,5 mm)
- Hohe Materialfestigkeit (Berstdruck 349 bar, MPA Stuttgart) und geringes Gewicht
- Heizkreisanschlüsse G ¾ Eurokonus Außengewinde nach DIN V 3838 mit je 50 mm Abstand
- Vorlaufbalken mit integrierten Regolux Memory Durchflussmengenmessern 0,5 – 3 Liter/Minute zur Einregulierung der Massenströme der einzelnen Heizkreise (kvs = 1,12 $m^3/h$)
- Rücklaufbalken mit Thermostatventileinsätzen (Gewinde 30 x 1,5 mm; Schließmaß 11,8 mm, kvs = 2,56 $m^3/h$) und Handkappen, zur späteren Montage der Stellantriebe
- Drehbare Füll- und Entleerhähne 3/4" mit Eurokonus 3/4" AG
- Alle Verteiler zu 100 % auf Dichtheit und Funktion bei 6 bar Druck geprüft
- Primärseitiger Verteileranschluss mittels flachdichtender Überwurfmutter G 1
- Geringe Druckverluste, sehr gute Kv- bzw. Kvs-Werte
- Verzinkte Wandhalter mit Schalldämmeinlage (komplett mit Schrauben und Dübeln zur direkten Wandmontage)
- Max. Betriebstemperatur 70 °C, Betriebsdruck bis 4 bar, Prüfdruck bis 6 bar

Der Heizkreisverteiler besteht aus hochwertigen und sorgfältig aufeinander abgestimmten Einzelkomponenten. Er wird in den Verteilerschränken Aufputz oder Unterputz befestigt. Der Rücklaufbalken sollte auf dem Halter oben montiert werden, um von den aufgesetzten Stellantrieben kurze Kabelwege zur Klemmleiste zu haben. Zudem kann bei Montage eines Wärmemengenzählers im Rücklauf dieser zugänglich im Verteilerschrank untergebracht werden. Die Flächenheizungsrohre zum Rücklauf werden hinter dem Vorlaufbalken nach oben geführt.

Je nach Anzahl der anzuschließenden Heizkreise (Gesamt-Massenstrom) können Kugelhähne Rp ¾ (Art.-Nr. 878 386 132) oder Rp 1 (Art.-Nr. 878 386 105) flachdichtend am Verteilerüberwurf G 1 angeschlossen werden. Die Kugelhähne sind separat zu bestellen.

Heizkreisverteiler mit Regolux Memory

# Montageanleitungen

**Heizkreisverteiler mit Regulierventilen**
Der Heizkreisverteiler wird zur Verteilung, Absperrung und Einregulierung des Heizwasserstroms einzelner Niedertemperatur-Heizkreise von Flächenheizungen eingesetzt (Vorgehensweise hydraulischer Abgleich und Druckverlustdiagramme im ***PRINETO*** Katalog unter „Hydraulischer Abgleich", S. 191).

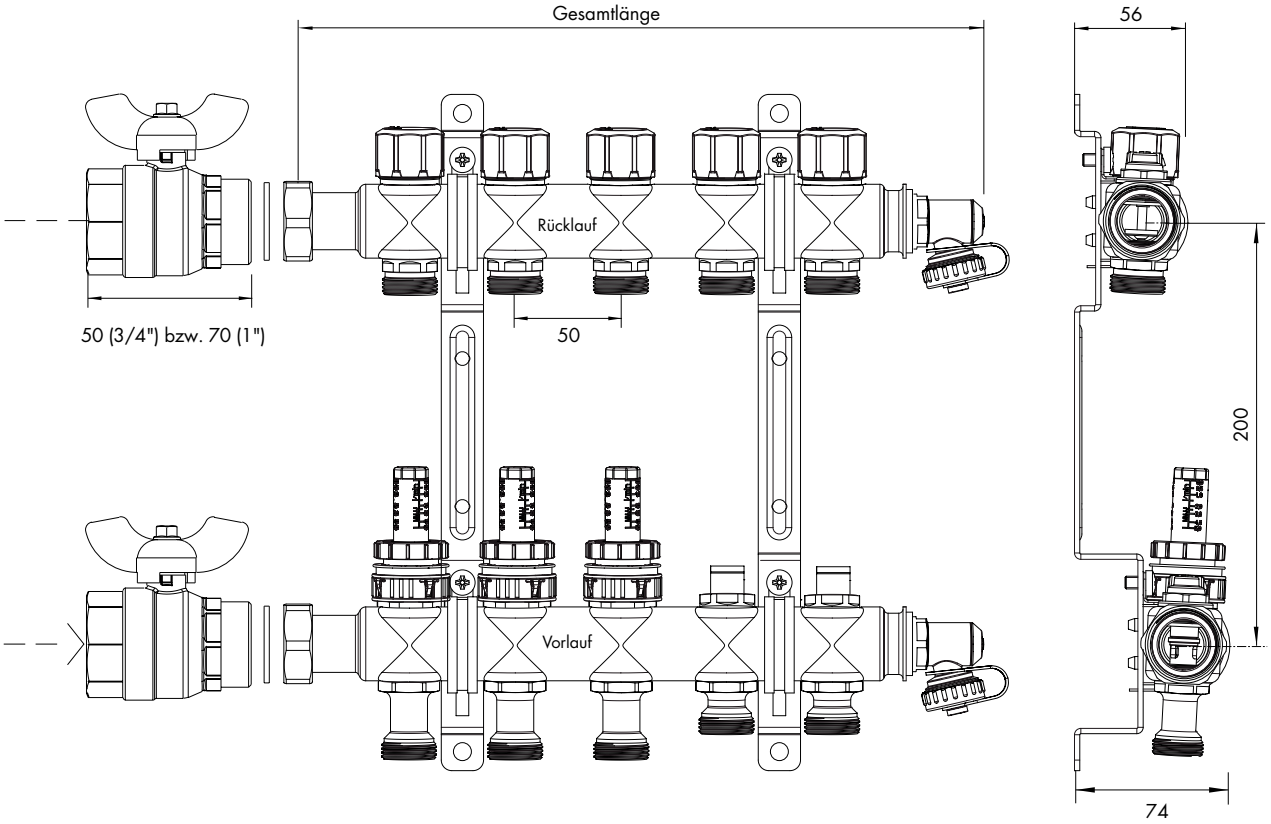
- Hergestellt aus hochwertigem Edelstahl 1.4301 (Edelstahlrohr 35 x 1,5 mm)
- Hohe Materialfestigkeit (Berstdruck 349 bar, MPA Stuttgart) und geringes Gewicht
- Heizkreisanschlüsse G ¾ Eurokonus Außengewinde nach DIN V 3838 mit je 50 mm Abstand
- Vorlaufbalken mit integrierten Absperr- und Regulierventilen zur Einregulierung der Massenströme der einzelnen Heizkreise (kvs = 2,88 $m^3/h$)
- Rücklaufbalken mit Thermostatventileinsätzen (Gewinde 30 x 1,5 mm; Schließmaß 11,8 mm, kvs = 2,56 $m^3/h$) und Handkappen, zur späteren Montage der Stellantriebe
- Drehbare Füll- und Entleerhähne 3/4" mit Eurokonus 3/4" AG
- Alle Verteiler zu 100 % auf Dichtheit und Funktion geprüft
- Primärseitiger Verteileranschluss mittels flachdichtender Überwurfmutter G 1
- Geringe Druckverluste, sehr gute kv- bzw. kvs-Werte
- Verzinkte Wandhalter mit Schalldämmeinlage (komplett mit Schrauben und Dübeln zur direkten Wandmontage)
- Max. Betriebstemperatur 80 °C, max. Betriebsdruck 10 bar

Der Heizkreisverteiler besteht aus hochwertigen und sorgfältig aufeinander abgestimmten Einzelkomponenten. Er wird in den Verteilerschränken Aufputz oder Unterputz befestigt. Der Rücklaufbalken sollte auf dem Halter oben montiert werden, um von den aufgesetzten Stellantrieben kurze Kabelwege zur Klemmleiste zu haben. Zudem kann bei Montage eines Wärmemengenzählers im Rücklauf dieser zugänglich im Verteilerschrank untergebracht werden. Die Flächenheizungsrohre zum Rücklauf werden hinter dem Vorlaufbalken nach oben geführt. Je nach Anzahl der anzuschließenden Heizkreise (Gesamt-Massenstrom) können Kugelhähne Rp 3/4 (Art.-Nr. 878 386 132) oder Rp 1 (Art.-Nr. 878 386 105) flachdichtend am Verteilerüberwurf G 1 angeschlossen werden. Die Kugelhähne sind separat zu bestellen.

**TIPP**

Zum Spülen und Entlüften der einzelnen Heizkreise muss die jeweilige schwarze Einstellschraube und die Ventilspindel ganz nach oben geschraubt und damit voll geöffnet werden.

Setzen der ***PRINETO*** Stellantriebe




**Maße für Heizkreisverteiler**

| Anzahl Heizkreise | Gesamtlänge |
|---|---|
| 3 | 240 mm |
| 4 | 290 mm |
| 5 | 340 mm |
| 6 | 390 mm |
| 7 | 440 mm |
| 8 | 490 mm |
| 9 | 540 mm |
| 10 | 590 mm |
| 11 | 640 mm |
| 12 | 690 mm |

# Montageanleitungen

## Verteilerschränke für Heizkreisverteiler

| Baugruppe | UP-Schrank | AP-Schrank |
|---|---|---|
| Heizkreisverteiler 3-fach | Größe 1 (2)* | Größe 1 (2)* |
| Heizkreisverteiler 4-fach | Größe 2 (3)* | Größe 2 (3)* |
| Heizkreisverteiler 5-fach | Größe 3 (4)* | Größe 3 (4)* |
| Heizkreisverteiler 6-fach | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 7-fach | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 8-fach | Größe 4 (5)* | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 9-fach | Größe 5 | Größe 4 (5)* |
| Heizkreisverteiler 10-fach | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 11-fach | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 12-fach | Größe 6 | Größe 6 |

* Für ***PRINETO*** Heizkreisverteiler mit Flowmeter (878 386 001 – 878 386 010) Schrankgröße in der Klammer verwenden.

## Wärmemengenzähler-Anschlussgruppen

Zur Erfassung der Heizkosten in Gebäuden mit mehreren Mietparteien sind Wärmemengenzähler (WMZ) erforderlich. Die Wärmemengenzähler-Anschlussgruppe bereitet den Einbau eines G-¾-Wärmemengenzählers mit der Baulänge 110 mm bis zu 1,5 $m^3/h$ am Heizkreisverteiler-Rücklauf der Fußbodenheizung vor. Die erforderlichen Verteilerschränke für den WMZ horizontal sind größer als für den WMZ vertikal.

An Stelle des WMZ ist ein Doppelnippel als Passstück vorgesehen. Die Baugruppe wird direkt an die flachdichtenden Überwurfmuttern der Heizkreisverteilerbalken geschraubt. An den Stutzen der Kugelhähne im Vorlauf und im Rücklauf können die zum Wärmemengenzähler dazugehörigen Temperaturmessfühler direkt in das Medium in die Mitte des Stromes eingebaut werden (entsprechend MID-Richtlinie). Beim Einsatz eines Temperaturfühlers mit 6 mm ist ein Adapter (Art.-Nr.: 878 386 278) notwendig. Bei den meisten Wärmemengenzählern wird dies nicht benötigt.

Das Passstück wird zur späteren Montage des WMZ-Grundkörpers herausgeschraubt. Achten Sie beim Einbau des WMZ auf die korrekte Fließrichtung. Die Passstück-Dichtungen sollten dabei durch neue ersetzt werden. Die Kugelhahn-Überwurfmutter zum WMZ sowie die Fixierschraube an der Tauchhülse haben Bohrungen zur Plombierung und schützen so vor unbefugtem Entfernen des Zählers.

**WMZ horizontal**
- Vorlauf: Kugelhahn G 1-Rp ¾ mit Fühlerstutzen, mit rotem Griff
- Rücklauf: Kugelhahn Rp ¾–G ¾ Überwurf mit Dichtung, Fühlerstutzen und blauem Griff, Doppelnippel 110 mm R ¾, Übergang G ¾ selbstdichtend auf G ¾ Überwurf mit Dichtung, Kugelhahn Rp ¾-G 1 mit blauem Griff
- 2 Flachdichtungen 30/22 für G 1

**WMZ vertikal**
- Vorlauf: Winkel 90° mit G 1 Außengewinde flachdichtend und G 1 Außengewinde flachdichtend, Kugelhahn G 1-Rp ¾ mit Fühlerstutzen, mit rotem Griff
- Rücklauf: Kugelhahn Rp ¾–G ¾ Überwurf mit Dichtung, Fühlerstutzen und rotem Griff, Doppelnippel 110 mm R ¾, Übergang G ¾ selbstdichtend auf G ¾ Überwurf mit Dichtung, Eckkugelhahn lang G 1-Rp ¾ mit blauem Griff
- 2 Flachdichtungen 30/22 für G 1

# Montageanleitungen



## Verteilerschränke für Heizkreisverteiler mit Wärmemengenzähler vertikal

| Baugruppe | UP-Schrank | AP-Schrank |
|---|---|---|
| Heizkreisverteiler 3-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 2 | Größe 1 (2)* |
| Heizkreisverteiler 4-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 3 | Größe 2 (3)* |
| Heizkreisverteiler 5-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 3 (4)* | Größe 3 |
| Heizkreisverteiler 6-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 7-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 8-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 4 (5)* | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 9-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 10-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 11-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 5 (6)* | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 12-fach mit WMZ 110 mm ¾" vertikal | Größe 6 | Größe 6 |

* Für ***PRINETO*** Heizkreisverteiler mit Flowmeter (878 386 001 – 878 386 010) Schrankgröße in der Klammer verwenden.

## Verteilerschränke für Heizkreisverteiler mit Wärmemengenzähler horizontal

| Baugruppe | UP-Schrank | AP-Schrank |
|---|---|---|
| Heizkreisverteiler 3-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 4 | nicht möglich |
| Heizkreisverteiler 4-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 4 | |
| Heizkreisverteiler 5-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 4 | |
| Heizkreisverteiler 6-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 5 | |
| Heizkreisverteiler 7-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 5 | |
| Heizkreisverteiler 8-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 5 | |
| Heizkreisverteiler 9-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 6 | |
| Heizkreisverteiler 10-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 6 | |
| Heizkreisverteiler 11-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 6 | |
| Heizkreisverteiler 12-fach mit WMZ 110 mm ¾" horizontal | Größe 7 | |

## Tackersystem

Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die Beschreibungen zur Dämmung unter Fußbodenheizungen sind zu beachten!

Nach der Verlegung des ***PRINETO*** Randdämmstreifens (Art.-Nr. 878 386 039) wird die Systemrolle bzw. die Wärme- und Trittschalldämmung in allen Räumen so ausgelegt, dass der Folienfuß des Randdämmstreifens auf der Oberseite der Dämmung liegt. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten, um Schall- und Wärmebrücken zu vermeiden. Der Zuschnitt der Polystyrol-Dämmstoffe kann mit einem scharfen Messer erfolgen.

Werden lose ***PRINETO*** Wärme- und Trittschalldämmplatten (z. B. Art.-Nr. 878 386 063) verwendet, so muss die obere Dämmschicht staubfrei und trocken sein, um eine optimale Haftung der selbstklebenden ***PRINETO*** Tackerfolie (Art.-Nr. 878 386 041) zu gewährleisten. Diese ist quer zur Verlegerichtung der Dämmplatten auszurollen und auf der Dämmung fest anzudrücken. Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird beim Ausrollen der ersten Bahn mit der Tackerfolie so festgeklebt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Alle weiteren Folienstöße werden im Raster 50 mm überlappend verklebt, bis eine flüssigkeitsdichte Oberfläche entsteht.

***PRINETO*** Systemrolle

Bei Verwendung der ***PRINETO*** Systemrolle mit Rasterfolie (z. B. Art.-Nr. 878 386 059) wird die erste Bahn mit der Folienüberlappung zur Wand hin verlegt. Die jeweils nachfolgende Bahn überdeckt die vorhergehende mit ihrer Überlappung. Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird so auf der Oberfläche der Dämmung mit ***PRINETO*** Klebeband (Art.-Nr. 878 386 068) verklebt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Alle Schnittkanten der Dämmung und sämtliche Überlappungen müssen mit Klebeband gegen das Eindringen von Estrichanmachwasser abgeklebt werden.

Entsprechend Fugenplan werden in Türdurchgängen bzw. zwischen den Heizkreisen Dehnungsfugen gesetzt. An diesen Stellen wird das selbstklebende ***PRINETO*** Dehnfugenprofil (Art.-Nr. 878 386 233) auf die Dämmungsoberfläche geklebt.

# Montageanleitungen

Die Verlegung der ***PRINETO*** Flächenheizrohre 17 x 2 beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box.
An den Durchführungen in den Verteilerschrank sind die Rohre mit Schutzrohr, Rohrführungsbögen oder Winkelspangen zu versehen. Der Anschluss am Verteiler erfolgt je nach Rohrtyp mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 343 590) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 386 011). Es ist möglich, auch andere Rohrabmessungen zu verlegen. Es sind jedoch teilweise andere Komponenten erforderlich. Zur Leistungsermittlung können nicht die Auslastungstabellen zum Tackersystem herangezogen werden.

Im Bereich der Dehnungsfugen werden die Zuleitungsrohre mit geschlitztem ***PRINETO*** Schutzrohr (Art.-Nr. 878 386 103) versehen. Anschließend wird der ***PRINETO*** Dehnstreifen (Art.-Nr. 878 386 233) auf die erforderliche Länge gekürzt, die Rohrdurchführungen werden eingeschnitten und mit der selbstklebenden Unterseite auf dem Boden befestigt. Sollten Fittings (z. B. Kupplungen) mit in die Fußbodenheizung integriert sein, sind diese vor Außenkorrosion zu schützen. Dazu sind die Fittings und die Schiebehülsen mit geeigneten Mitteln zu umhüllen.

Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung. Entsprechend der gewählten Verlegeart und des gewählten Verlegeabstands wird das Rohr mit ***PRINETO*** Tackernadeln (Art.-Nr. 878 386 038) auf der Dämmschicht fixiert. Die Tackernadeln werden mit dem ***PRINETO*** Tackergerät (Art.-Nr. 878 386 037) im Abstand von etwa 0,5 m gesetzt. An Rohrbögen ist eine engere Befestigung erforderlich, die Biegeradien sind einzuhalten.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf S. 194). Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrechtzuerhalten.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

Nach der Estrichverlegung erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise (vgl. S. 190) und das Funktionsheizen (vgl. S. 194).

# Montageanleitungen



## Fixschienensystem

Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die Beschreibungen zur Dämmung unter Fußbodenheizungen sind zu beachten!

Nach der Verlegung des ***PRINETO*** Randdämmstreifens (Art.-Nr. 878 386 039) wird die Systemrolle bzw. die Wärme- und Trittschalldämmung in allen Räumen so ausgelegt, dass der Folienfuß des Randdämmstreifens auf der Oberseite der Dämmung liegt. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten, um Schall- und Wärmebrücken zu vermeiden. Der Zuschnitt der Polystyrol-Dämmstoffe kann mit einem scharfen Messer erfolgen.

Bei Verwendung der ***PRINETO*** Systemrolle mit Rasterfolie (Art.-Nr. 878 386 059) wird die erste Bahn mit der Folienüberlappung zur Wand hin verlegt. Die jeweils nachfolgende Bahn überdeckt die vorhergehende mit ihrer Überlappung. Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird so auf der Oberfläche der Dämmung mit ***PRINETO*** Klebeband (Art.-Nr. 878 386 068) verklebt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Alle Schnittkanten der Dämmung und sämtliche Überlappungen müssen mit Klebeband gegen das Eindringen von Estrichanmachwasser abgeklebt werden.

Werden lose ***PRINETO*** Wärme- und Trittschalldämmplatten (z. B. Art.-Nr. 878 386 063) verwendet, so muss die obere Dämmschicht staubfrei und trocken sein, um eine optimale Haftung der selbstklebenden ***PRINETO*** Tackerfolie (Art.-Nr. 878 386 041) zu gewährleisten. Diese ist quer zur Verlegerichtung der Dämmplatten auszurollen und auf der Dämmung fest anzudrücken. Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird beim Ausrollen der ersten Bahn mit der Tackerfolie so festgeklebt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Alle weiteren Folienstöße werden im Raster 50 mm überlappend verklebt, bis eine flüssigkeitsdichte Oberfläche entsteht.

Entsprechend Fugenplan werden in Türdurchgängen bzw. zwischen den Heizkreisen Dehnungsfugen gesetzt. An diesen Stellen wird das selbstklebende ***PRINETO*** Dehnfugenprofil (Art.-Nr. 878 386 233) auf die Dämmungsoberfläche geklebt.

Die einen Meter langen, selbstklebenden ***PRINETO*** Fixschienen (z. B. Art.-Nr. 878 386 074) werden je nach Verlegerichtung und Verlegeart des Rohres werkzeuglos an den Sollbruchstellen (je 10 cm) gekürzt und auf die Dämmstoffoberfläche geklebt. Der Abstand zwischen den Fixschienen sollte 1 m nicht überschreiten.

Die Verlegung des ***PRINETO*** Rohres beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box. An den Durchführungen in den Verteilerschrank sind die Rohre mit Rohrführungsbögen oder Winkelspange zu schützen. Der Anschluss am Verteiler erfolgt je nach Rohrtyp mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 343 590) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 386 011).

# Montageanleitungen

Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung. Entsprechend der gewählten Verlegeart und des gewählten Verlegeabstands wird das Rohr mit dem Fuß in die Fixschiene hineingetreten. Die Rohrbögen werden mit kurzen Fixschienenstücken oder mit einzelnen ***PRINETO*** Tackernadeln befestigt, die Biegeradien sind einzuhalten.

Zur Verlegung können folgende ***PRINETO*** Rohre verwendet werden:

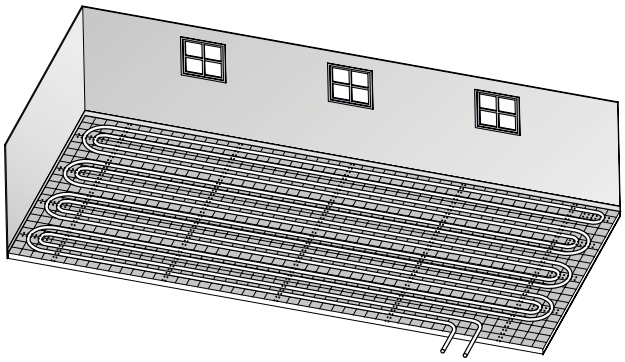
- Flächenheizrohr hochflexibel 17 (Art.-Nr. 878 311 250)
- Flächenheizrohr 17 (Art.-Nr. 878 311 150)
- Stabil-Rohr 16 (Art.-Nr. 878 520 100)

Im Bereich der Dehnungsfugen werden die Zuleitungsrohre mit geschlitztem ***PRINETO*** Schutzrohr (Art.-Nr. 878 386 103) versehen. Anschließend wird der ***PRINETO*** Dehnstreifen (Art.-Nr. 878 386 233) auf die erforderliche Länge gekürzt, die Rohrdurchführungen werden eingeschnitten und in das Dehnfugenprofil gesteckt.

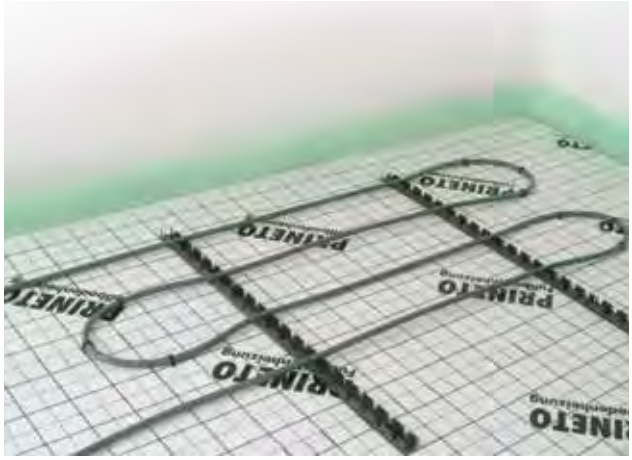
Sollten Fittings (z. B. Kupplungen) mit in die Fußbodenheizung gelegt werden, sind diese vor direktem Kontakt zu schützen.

Dazu sind die Fittings und die Schiebehülsen mit geeigneten Mitteln zu umhüllen. Entsprechend EN 1264-4 sind die Positionen von Verbindungsstücken in die Revisionsunterlagen einzuzeichnen.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf S. 194). Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrechtzuerhalten.



Verlegeschema Doppelmäander Fixschiene



Nach der Estrichverlegung erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise (vgl. S. 191) und das Funktionsheizen (vgl. S. 194).

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

**TIPP**

Wir empfehlen eine doppelt mäanderförmige (schlangenförmige) Verlegung, z. B. 10 cm und 15 cm im Wechsel.

## Klettsystem

Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die Beschreibungen zur Dämmung im Kapitel zu Fußbodenheizungen sind zu beachten.

Nach der Verlegung der Unterdämmung und des ***PRINETO*** Randdämmstreifens (Art.-Nr. 878 386 039) wird die ***PRINETO*** KLETT Systemrolle bzw. die Wärme- und Trittschalldämmung in allen Räumen so ausgelegt, dass der Folienfuß des Randdämmstreifens auf der Oberseite der Dämmung liegt. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten, um Schall- und Wärmebrücken zu vermeiden. Der Zuschnitt der Polystyrol-Dämmstoffe kann mit einem scharfen Messer erfolgen.

Bei Verwendung der ***PRINETO*** KLETT Systemrolle mit Rasterfolie wird die erste Bahn zur einfacheren Verlegung mit der Folienüberlappung zur Wand hin verlegt. Die jeweils nachfolgende Bahn überdeckt die vorhergehende mit ihrer Überlappung. An der gegenüberliegenden Seite der Folienüberlappung befindet sich ein Selbstklebestreifen. Zur Verbindung der KLETT Systemrollen ist die Schutzfolie des Selbstklebestreifens abzuziehen und die Überlappung der angrenzenden Platte aufzudrücken.

Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird so auf der Oberfläche der Dämmung mit einem Klebeband, beispielsweise dem ***PRINETO*** Klebeband (Art.-Nr. 878 386 068), verklebt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Alle Schnittkanten der Dämmung und sämtliche Überlappungen müssen mit Klebeband gegen das Eindringen von Estrichanmachwasser abgeklebt werden.

**TIPP**

Falls möglich, kann der Randdämmstreifen auch mit dem Selbstklebesteifen befestigt werden.

Die Verlegung des ***PRINETO*** KLETT Flächenheizungsrohres beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box. An den Durchführungen im Verteilerschrank sind die Rohre mit Schutzrohr oder Rohrführungsbögen zu schützen. Der Anschluss am Verteiler erfolgt je nach Rohrtyp mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 343 590) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 386 011).

# Montageanleitungen



**TIPP**

Die KLETT Systemrolle lädt sich bei großer Reibung und unter Einfluss verschiedenster Faktoren statisch auf. Um nach der Verlegung die Ladung abzubauen, kann die Oberfläche beispielsweise mit einem Pflanzensprüher oder einem feuchten Lappen angefeuchtet werden.

Das KLETT Flächenheizungsrohr (z. B. Art.-Nr. 878 311 551) ist mit einem Hakenband umwickelt. Durch dieses Hakenband haftet es bei Berührung mit dem Flausch der KLETT Systemrolle an. Die Oberfläche des Hakenbandes ist rau. Daher empfiehlt sich zum Schutz der Hände das Tragen der ***PRINETO*** KLETT Montagehandschuhe (Art.-Nr. 878 386 076).

Entsprechend der gewählten Verlegeart und des -abstandes wird das Rohr auf der Dämmschicht fixiert. Die Biegeradien sind einzuhalten. Ein Abstand von 50 mm zu senkrechten Bauwerksteilen (z. B. Wand) und 200 mm von Schornsteinen und offenen Kaminen und Schächten ist einzuhalten.

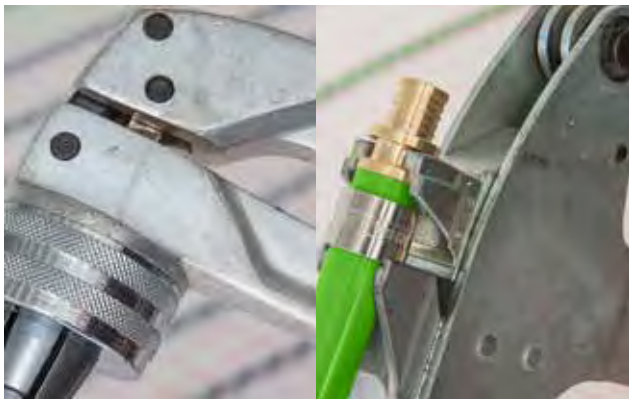
**HINWEIS**

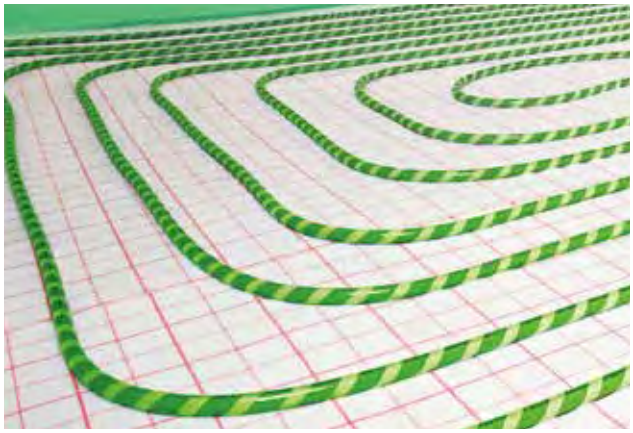
Beim Herstellen einer Verbindung des ***PRINETO*** KLETT Flächenheizrohres mit einer Klemmverschraubung oder einem sonstigen Fitting, ist das um das Rohr gewickelte Klettband soweit abzuziehen, dass die Verbindung hergestellt werden kann.

Sollten Fittings (z. B. Kupplungen) mit in die Fußbodenheizung gelegt werden, sind diese vor direktem Kontakt zu schützen. Dazu sind die Fittings und die Schiebehülse mit geeigneten Mitteln zu umhüllen. Entsprechend EN 1264-4 sind die Positionen von Verbindungsstücken in die Revisionsunterlagen einzuzeichnen.

**HINWEIS**

Wenn im Bereich der Flausch-Überlappung das ***PRINETO*** KLETT Flächenheizrohr so gelegt wird, dass die Rohrspannung zur überlappten KLETT Systemrolle zeigt, ist das Rohr bevorzugt auf der unterliegenden KLETT Systemrolle zu befestigen.





Rohrverlegung auf der Überlappung ist zu vermeiden.

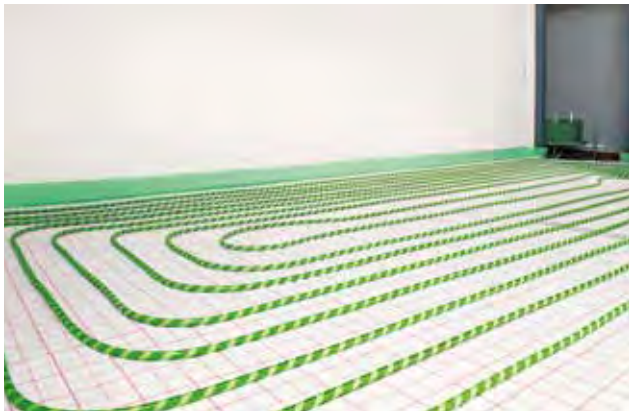
# Montageanleitungen



Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung. In Verbindung mit dem ***PRINETO*** KLETT Führungsauge für Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 072) reduziert dieses den ungewollten Kontakt des Rohres mit der KLETT Systemrolle. Hierzu hilft auch die ***PRINETO*** KLETT Rohrführung für Türdurchgänge (Art.-Nr. 878 386 075), welche variabel auch an anderen Vorsprüngen befestigt werden kann.

Entsprechend Fugenplan werden in Türdurchgängen bzw. zwischen den Heizkreisen Dehnungsfugen gesetzt. An diesen Stellen wird das selbstklebende ***PRINETO*** Dehnfugenprofil (Art.-Nr. 878 386 233) auf die Dämmungsoberfläche geklebt. Im Bereich der Dehnungsfugen werden die Zuleitungsrohre mit geschlitztem ***PRINETO*** Schutzrohr (Art.-Nr. 878 386 103) versehen. Das Dehnfugenprofil wird an der Stelle der Durchführung von unten eingeschnitten.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen. Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrecht zu erhalten.



**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden. Nach der Estrichverlegung erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise und das Funktionsheizen.

**HINWEIS**

Bei Lagerung der Komponenten sind Feuchtigkeit und direkte Sonneneinstrahlung zu vermeiden.

# Montageanleitungen



## Noppenplattensystem 14

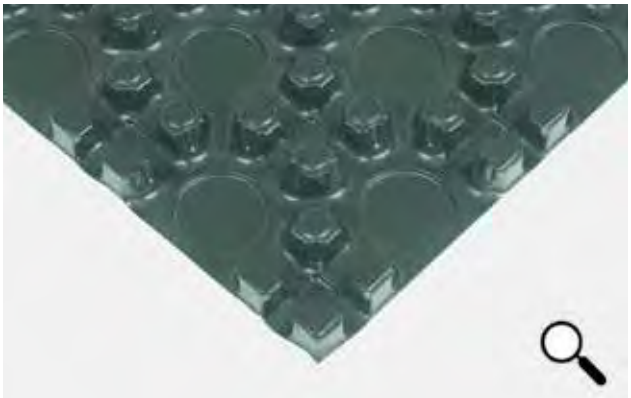
Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die Beschreibungen zur Dämmung unter Fußbodenheizungen sind zu beachten!

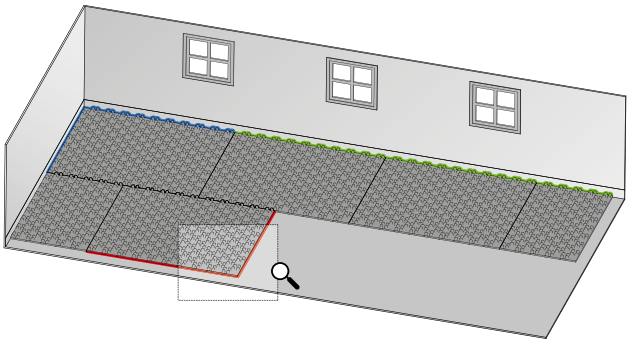
Nach der Verlegung des ***PRINETO*** Randdämmstreifens (Art.-Nr. 878 386 039) werden die Noppenplatten in allen Räumen so ausgelegt, dass der Folienfuß des Randdämmstreifens auf den Noppen liegt. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten, um Schall- und Wärmebrücken zu vermeiden. Wir empfehlen die Verwendung eines Richtscheites als Schneidhilfe. Der Zuschnitt der Polystyrol- Dämmstoffe kann mit einem scharfen Messer erfolgen.

Je nach gewünschter Dämmstoffstärke und -anforderung kann zwischen den ***PRINETO*** Noppenplatten 14 mit 30 mm (Art.-Nr. 878 386 086, Wärme- und Trittschalldämmung) oder 10 mm Stärke (Art.-Nr. 878 386 085, Wärmedämmung) gewählt werden. Wird mit der Verlegung einer ungeschnittenen Platte aus einer neuen Verpackung begonnen, so muss zuerst der Überstand der Noppenfolie an beiden Seiten abgeschnitten werden!

Diese beiden „abgeschnittenen" Seiten müssen zu den Wänden der Startecke zeigen. Somit beginnt die Verlegung je nach Raumgeometrie immer „links oben", wenn man die Platten quer verlegt (vgl. Verlegeschema, blaue Kanten).

Die nachfolgende Platte wird rechts neben die Startplatte gelegt. An dieser Noppenplatte muss nur der zur Wand gerichtete (obere) Folienüberstand vorher abgeschnitten werden (grüne Kanten). Die links überstehende Noppenfolie (mit kreisförmig markierten Noppen) der rechten Platte wird über die Noppen (ohne kreisförmige Noppenmarkierung) der linken Platte gedrückt. Dadurch entsteht ein fester und flüssigkeitsdichter Plattenverband.





Verlegeschema Noppenplatte

**HINWEIS**

Auch wenn mit Restplatten aus einem vorher verlegten Raum begonnen wird, zeigen die beiden Noppenplattenkanten ohne kreisförmige Noppenmarkierung (rote Kanten) immer zur offenen Raummitte!

Die Verlegung wird so nach rechts bis zur Raumwand weitergeführt. Die letzte Noppenplatte wird auf das jeweilige Maß zugeschnitten. Der verbleibende Rest ist der von links verlegte Beginn der nächsten Noppenplattenreihe.

**TIPP**

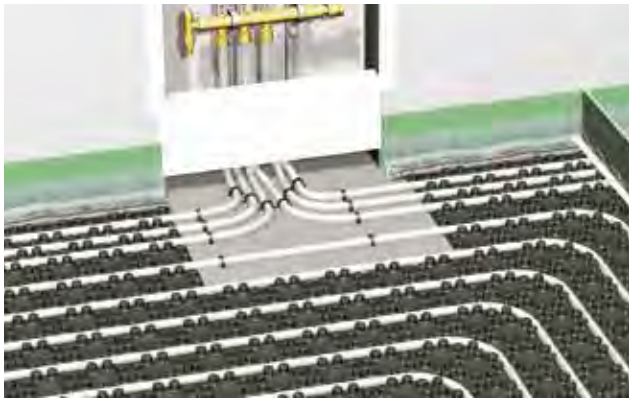
Den zur Wand gerichteten (oberen) Folienüberstand der letzten Platte erst nach dem Zuschnitt auf das Differenzmaß zur rechten Wand abschneiden! Um die Restplatte als Verlegebeginn der nächsten Reihe nutzen zu können, muss noch der obere Folienüberstand vorhanden sein.

Dadurch kann verschnittarm und ohne Kreuzfugen verlegt werden. Die jeweils überstehenden Noppenfolien (mit kreisförmig markierten Noppen) werden über die Noppen (ohne kreisförmige Noppenmarkierung) der bereits verlegten Nachbarplatten gedrückt.

**TIPP**

Die bei Erreichen der „unteren" Raumwand übrig bleibenden Restplatten werden als Startplatten im nächsten Raum genutzt. Der bei Verwendung neuer Platten zur Wand stehende Noppenfolienüberstand ist bei den Restplatten bereits abgeschnitten.

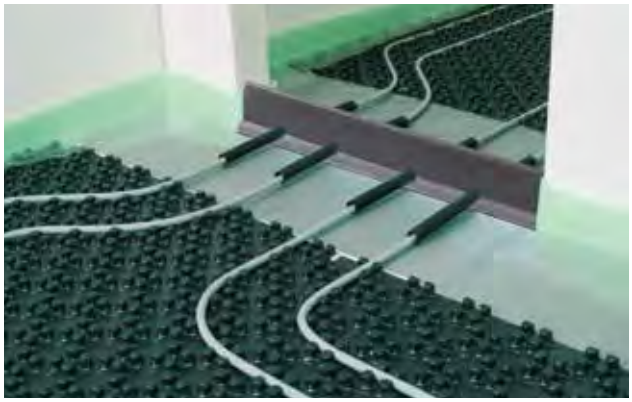
Vor dem Heizkreisverteiler bzw. in allen Bereichen von Dehnfugen, die von Heizkreiszuleitungen gekreuzt werden, sind an Stelle der Noppenplatten je nach Dämmstoffstärke unprofilierte ***PRINETO*** Ausgleichsplatten 30 mm (Art.-Nr. 878 386 128) oder 10 mm (Art.-Nr. 878 386 129) zu verlegen.



Die berührenden Schnittkanten zwischen Noppenplatte und Ausgleichsplatte müssen exakt geradlinig und parallel geschnitten werden. Auf die seitlichen Schnittflächen wird das selbstklebende ***PRINETO*** Schaum-Klebeband (Art.-Nr. 878 386 131) angebracht.

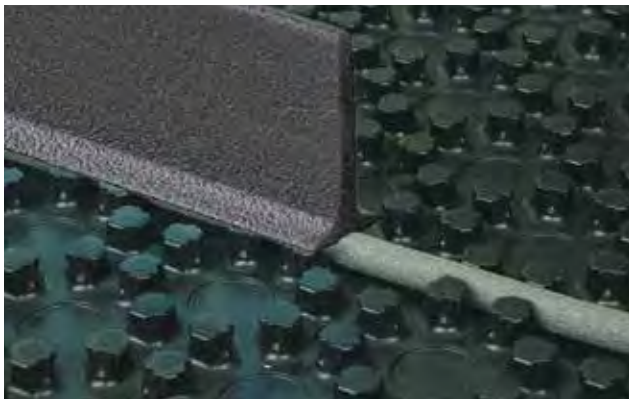
Die berührenden Schnittkanten müssen bei der weiteren Verlegung der Dämmung fest gegeneinander gepresst verlegt werden, um den Spalt flüssigkeitsdicht auszuführen. Entsprechend Fugenplan werden in Türdurchgängen bzw. zwischen den Heizkreisen Dehnungsfugen gesetzt. An diesen Stellen wird das selbstklebende ***PRINETO*** Dehnfugenprofil (Art.-Nr. 878 386 233) auf die Oberfläche der Ausgleichsplatte geklebt.

Um stumpf anliegende Noppenplatten zu verbinden, können auch die ***PRINETO*** Verbindungsstreifen längsseitig und querseitig (Art.-Nr. 878 386 080 und 878 386 081) verwendet werden. Durch verkleben der ***PRINETO*** Übergangsstreifen längsseitig und querseitig (Art.-Nr. 878 386 082 und 878 386 083) kann ein estrichwasserdichter Übergang zur Ausgleichsplatte geschaffen werden.



# Montageanleitungen

Für Dehnungsfugen zwischen einzelnen Heizkreisfeldern ohne kreuzende Heizkreiszuleitungen muss keine Ausgleichsplatte gelegt werden. Hier wird im Verlauf der Dehnungsfuge die ***PRINETO*** Dichtschnur 16 (Art.-Nr. 878 386 130) zwischen die Noppen verlegt und darüber das selbstklebende ***PRINETO*** Dehnfugenprofil auf die Noppen geklebt.



Der Folienfuß des Randdämmstreifens wird mit dem wandnächsten Heizrohr zwischen den Noppen so eingeklemmt, dass keine Lufteinschlüsse im Wandbereich entstehen. Ein Abstand von 50 mm zu senkrechten Bauwerksteilen (z. B. Wand) und 200 mm von Schornsteinen und offenen Kaminen und Schächten ist einzuhalten. An Stelle des Rohres kann dazu auch die Dichtschnur 16 verwendet werden.

Im Bereich der Ausgleichsplatte wird der Folienfuß mit ***PRINETO*** Klebeband (Art.-Nr. 878 386 068) auf der Dämmstoffoberfläche befestigt.

Die Verlegung des ***PRINETO*** Rohres 14 beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box.

An den Durchführungen in den Verteilerschrank sind die Rohre mit Schutzrohr, Rohrführungsbögen oder Winkelspange zu schützen. Der Anschluss am Verteiler erfolgt mit dem ***PRINETO*** Übergang 14 V-Euro (Art.-Nr. 878 343 320) oder mit der ***PRINETO*** Klemmverschraubung 14 V-Euro (Art.-Nr. 878 386 017).

Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung. Entsprechend der gewählten Verlegeart und des gewählten Verlegeabstands wird das Rohr mit dem Fuß zwischen die Noppen gedrückt. Die Biegeradien sind einzuhalten.

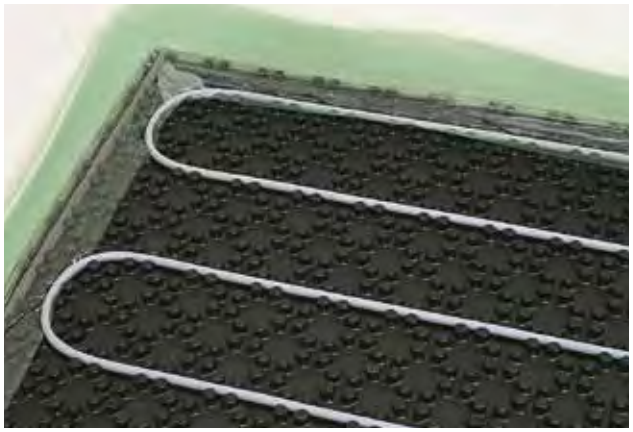
Zur Verlegung können folgende ***PRINETO*** Rohre verwendet werden:

- Flächenheizrohr hochflexibel 14 (Art.-Nr. 878 311 331)
- Stabil-Rohr 14 (Art.-Nr. 878 520 080)

Im Bereich der Dehnungsfugen werden die Zuleitungsrohre mit geschlitztem ***PRINETO*** Schutzrohr (Art.-Nr. 878 386 103) versehen. Anschließend wird der ***PRINETO*** Dehnstreifen (Art.-Nr. 878 386 233) auf die erforderliche Länge gekürzt, die Rohrdurchführungen werden eingeschnitten und in das Dehnfugenprofil gesteckt.

Sollten Fittings (z. B. Kupplungen) mit in die Fußbodenheizung gelegt werden, sind diese vor direktem Kontakt zu schützen.

Dazu sind die Fittings und die Schiebehülse mit geeigneten Mitteln zu umhüllen. Entsprechend EN 1264-4 sind die Positionen von Verbindungsstücken in die Revisionsunterlagen einzuzeichnen.



**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf S. 190). Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrechtzuerhalten.

Nach der Estrichverlegung erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise (vgl. S. 191) und das Funktionsheizen (vgl. S. 194).

## Noppenfolie ohne Dämmung

Die Noppenplatte ohne Dämmung (Art.-Nr. 878 386 084) ist für Sonderanwendungen gedacht, bei denen es um minimalsten Bodenaufbau, unter Umständen sogar ohne darunter gelegte Dämmung, geht. Um einen sicheren Halt der Platten zu garantieren, sind diese vollflächig mit einem Kleber ohne Lösemittel mit dem Untergrund zu verkleben. Von einer Verwendung auf Schüttdämmungen wird abgeraten. Insbesondere bei losen Perlit-Schüttungen kann eine hinreichende Befestigung auf dem Untergrund nicht sichergestellt werden.

Besteht eine Dämmanforderung sollten ***PRINETO*** Noppenplatten mit Dämmung verwendet werden. Wird die Platte direkt auf einen Rohbetonboden gelegt, empfehlen wir die Befestigung mit ***PRINETO*** Tellerdübeln (Art.-Nr. 878 386 042). PE-X-Rohre drücken die Noppen sehr leicht auseinander, deshalb ist nur die Anwendung mit Mehrschichtverbundrohren zu empfehlen.

# Montageanleitungen

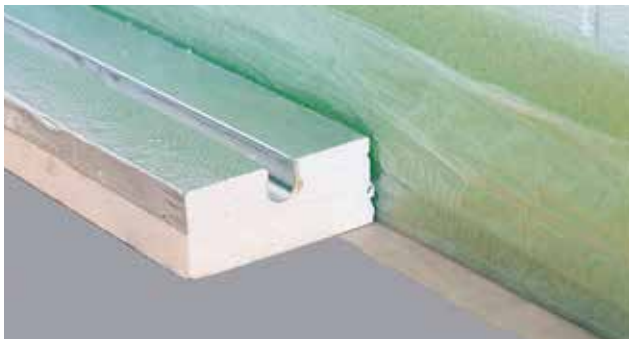


## Trockensystem

Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die Beschreibungen zur Dämmung unter Fußbodenheizungen sind zu beachten!

Die Dämmelemente sind beschädigungsfrei zu transportieren sowie trocken und vor Witterungseinflüssen geschützt zu lagern. Die Aluminium- und Polystyroloberflächen und die Nutenkonturen dürfen nicht deformiert werden. Stark begangene Bereiche (z. B. vor Eingangstüren) sind darum mit Trockenunterbodenplatten oder anderen geeigneten Materialien abzudecken. Leitern oder Ähnliches dürfen nicht direkt auf die Dämmplatten gestellt werden.

Nach der Verlegung des ***PRINETO*** Randdämmstreifens (Art.-Nr. 878 386 039) werden die Systemelemente in allen Räumen so ausgelegt, dass der Folienfuß des Randdämmstreifens seitlich eingeklemmt ist. Er wird bei der Trockenfußbodenheizung nicht benötigt. Das Auslegen beginnt im vom Heizkreisverteiler entferntesten Raum.



**TIPP**

Die ausschließlich mäanderförmige (schlangenförmige) Rohrführung sollte aus wärmetechnischen Gründen parallel zur Außenwand mit der größten Fensterfront verlaufen. Der Heizkreisvorlauf wird dabei direkt vor der Fensterfront beginnend verlegt.

Zur Führung des Vorlaufes an der Wand entlang zur Fensterfront wird ein 48 cm breites ***PRINETO*** Nutenelement (z. B. Art.-Nr. 878 386 133) in vier gleiche Streifen mit je 12 cm Breite geschnitten und so an der Raumwand verlegt, dass eine fortlaufende, ineinander übergehende Nut entsteht. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten. Wir empfehlen die Verwendung eines Richtscheites oder einer langen Wasserwaage als Schneidhilfe. Der Zuschnitt der Polystyrol-Dämmstoffe kann mit einem scharfen und stabilen Messer erfolgen.

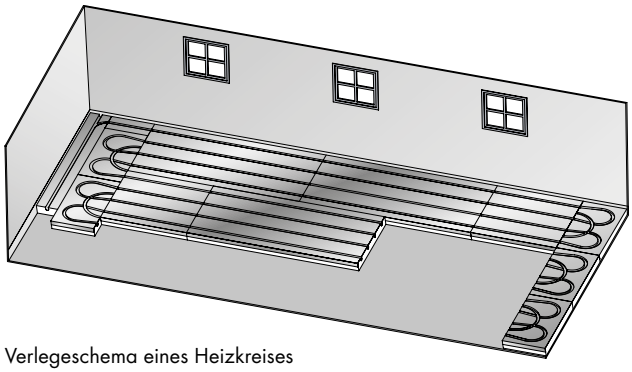
**ACHTUNG**

Die Schnittkanten der Aluminiumfolie sind scharfkantig! Zum Schutz vor Hautverletzungen sollten geeignete Handschuhe getragen werden.

**TIPP**

Die Systemelemente haben Abmessungen, die durch den kleinsten Rohrabstand von 12 cm teilbar sind, also 96 cm, 48 cm und 24 cm. Dadurch wird gewährleistet, dass man die Verschnittstücke fast immer wieder verwenden kann. Der Fußbodengrundriss sollte dazu rechtwinklig sein. Üblicherweise kann mit 5 % Verschnitt kalkuliert werden.

Danach erfolgt die Verlegung der ***PRINETO*** Wendeelemente (z. B. Art.-Nr. 878 386 134) vor den Nutenstreifen und an der gegenüberliegenden Raumwand. Die sich gegenüberliegenden Wendeelemente werden so versetzt angeordnet, dass eine schlangenförmige Rohrverlegung in den Nuten möglich wird.



Verlegeschema eines Heizkreises

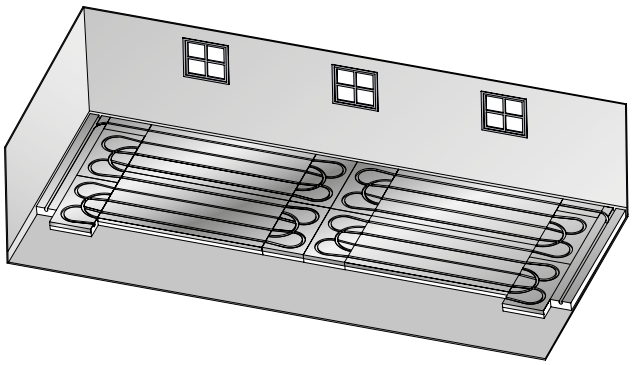
Sollen die Rohre im Verlegeabstand 24 cm verlegt werden, muss ein Wendeelement entsprechend gekürzt werden.

Die Verlegung der Nutenelemente beginnt an der Fensterfront und verbindet die Wendeelemente so, dass eine fortlaufende „Nutenschlange" entsteht. Das jeweils letzte Nutenelement einer Reihe wird rechtwinklig auf die erforderliche Restlänge abgeschnitten. Der übrige Teil dieses Nutenelements wird als Anfang in der nächsten Reihe verwendet. Dadurch ist eine verschnittarme Verlegung der Elemente möglich. Die übrig bleibenden Restelemente bei Erreichen der „unteren" Raumwand werden als Startelemente im nächsten Raum genutzt.

Wird ein Raum in mehrere Heizkreise aufgeteilt, werden die Wendeelemente an der Heizkreisgrenze entlang gegeneinander verlegt.

Nur in Bereichen sehr schwieriger oder sehr enger Rohrführung (z. B. direkt vor dem Heizkreisverteiler) bzw. in den Türdurchgängen werden ***PRINETO*** Ausgleichselemente (z. B. Art.-Nr. 878 386 135) verlegt. Der spätere Nutenabstand richtet sich dann nach der Anzahl der zu verlegenden Heizrohre und dem zur Verfügung stehenden Platz und ist gleichmäßig aufzuteilen. Beim Auslegen der Dämmelemente muss in Verteilernähe zunehmend Raum für Heizkreiszuleitungen berücksichtigt werden.

Mit einem Filzstift werden die zu schneidenden Verbindungsnuten auf die Aluminium- bzw. Polystyrol-Oberfläche gezeichnet, so dass jeweils fortlaufende Heizkreise entstehen. Im Bereich der Rohrbögen muss der Radius mindestens 85 mm betragen (180°-U-Biegung = 170 mm Rohrachsabstand).



Verlegeschema mehrere Heizkreise

**TIPP**

Der Zuschnitt sollte in Räumen erfolgen, in denen noch keine Dämmung verlegt wurde, damit keine Polystyrolreste in die Nuten gelangen. Mit einem Staubsauger lassen sich die Nuten ggf. wieder reinigen.

**HINWEIS**

Die Dämmelemente müssen vollflächig, stumpf aneinander stoßend und spannungsfrei verlegt werden. Um den maximalen Wärmestrom zu erzielen, sind vollflächig aluminiumbeschichtete Dämmelemente zu verwenden.

# Montageanleitungen

Die Anordnung der Nuten im Türdurchgang sollte dabei die Beheizung des Durchgangsbereiches gewährleisten.

Ist die gesamte Heizfläche mit Systemelementen ausgelegt, werden die vorher markierten Verbindungen der Nuten hergestellt. Dafür muss die Aluminiumfolie im gekennzeichneten Bereich, auch in die Nuten hinein und am Rand der Elemente, mit einem Messer eingeschnitten und abgezogen werden. Der Schnitt sollte nur die Alufolie trennen und darf nicht zu tief ins Polystyrol geführt werden.

Anschließend werden mit dem ***PRINETO*** Heißschneidegerät 230 V (Art.-Nr. 878 386 136) manuell die erforderlichen Rohrnuten (max. Länge 3 m) geschnitten. Die Schnitte sind zügig zu ziehen, um ein Ausschmelzen des Polystyrols zu vermeiden.

**ACHTUNG**

Die Schneidspitze des Heißschneidegerätes erhitzt sich auf bis zu 600 °C. Diese darf im erhitzten Zustand nicht berührt und nicht auf brennbaren Unterlagen abgelegt werden!

**TIPP**

Das Ausschneiden von Rohrnuten mit sehr geringen Abständen (Anschluss am Verteiler) erfolgt erst unmittelbar vor der Verlegung jedes einzelnen Rohres. Werden alle Rohrnuten auf einmal geschnitten, können die verbleibenden dünnen Polystyrolstege zwischen den Nuten bei der Rohrverlegung herausbrechen und eine saubere Führung und Fixierung der Rohre ist dann ggf. schwierig.

Die Verlegung des ***PRINETO*** Stabil-Rohres 16 beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box. Dazu wird das Rohr von Hand ausgerollt und mit dem Fuß vollständig in die Nuten getreten. Das Rohr darf danach an keiner Stelle über die Dämmstoffoberfläche hinausragen. Im Bereich der Wendeelemente muss das Rohr von Hand entsprechend dem vorgegebenen Radius vorgebogen werden. Die danach leicht nach oben stehenden Rohrbögen werden nach unten gebogen, um ein Aufstellen der Wendeelemente zu vermeiden.

Der Anschluss der Rohre am Verteiler erfolgt mit dem ***PRINETO*** Übergang 16 V-Euro (Art.-Nr. 878 343 120) oder mit der ***PRINETO*** Klemmverschraubung Stabil 16 V-Euro (Art.-Nr. 878 386 092).

**TIPP**

Rohrkupplungen nur in gerade verlaufende Nuten setzen. Dabei wird die Aluminiumfolie am Boden der Nut mit einem Messer etwa 10 cm lang eingeschnitten und die verpresste Kupplung in das Polystyrol gedrückt. Die Kupplung darf danach nicht über die Oberfläche der Dämmung hinausragen.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf S. 190). Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrechtzuerhalten.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

Bei der Verlegung der Estrich-Fertigteile sind die besonderen Hinweise des jeweiligen Herstellers zu beachten.

Der Installationsablauf gestaltete sich wie folgt: Nach dem Anrühren des Klebers wird dieser mit einer flachen Spachtel auf die mit Rohr verlegten Nutenelemente aufgetragen und gleichmäßigig verteilt. Anschließend wird der Kleber mit einer Zahnspachtel auf ca. 3 mm abgezogen. Nuten, in denen keine Rohre verlegt wurden müssen nicht zwingend mit dem Kleber aufgefüllt werden.

Nach dem Auflegen der Estrichplatte wird diese mit bereits verlegten Platten verbunden. Die Platten sind fest aneinander zu drücken, bevor die Verschraubungen gesetzt werden. Hierbei sind auch die Verlegerichtlinien der Hersteller zu beachten.

Zur besseren Verbindung zwischen den Nutenelementen und den Estrichplatten sind diese kurz zu belasten. Beim Belasten der Platten sollte an den Rohraustritten der Kleber etwas austreten. In diesem Fall ist eine ausreichende Menge an Kleber sicher gestellt.

Nach der Estrichverlegung erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise (vgl. S. 191) und das Funktionsheizen.

## Dünnschichtsystem

**HINWEIS**

Das Dünnschichtsystem 12 ist ein Sondersystem für die Verlegung einer wasserdurchströmten Fußbodenheizung mit minimalem Fußbodenaufbau. Da dabei keine Wärme- und Trittschalldämmung unter dem Spezialestrich verlegt wird, erfüllt dieses System die Anforderungen der DIN EN 1264-4 hinsichtlich geforderter Wärmeleitwiderstände der Dämmungen nicht. Der Wärmeverlust der Fußbodenheizung nach unten kann bei diesem System nicht beeinflusst werden. Der Auftraggeber ist darüber rechtzeitig zu informieren.

Die allgemeinen Hinweise zur Montage und Verlegung von Fußbodenheizungen sowie die speziellen Montage- und Verlegeanleitungen der Dünnschicht-Estrichleger sind zu beachten!

Zur optimalen Verlegung muss der Untergrund tragfähig und rissfrei sein und eine feste, ebene und saubere Oberfläche (fettfrei, reinigungsmittelfrei) aufweisen. Risse müssen gegebenenfalls verharzt werden. Die Art der Grundierung oder Vorbehandlung ist abhängig vom Material des Altuntergrundes. Bewegungsfugen des Altuntergrundes sind mit den selbstklebenden Dehnfugenprofilen im Dünnschichtestrich zu übernehmen. Estrichfelder mit mehreren Heizkreisen sind gleichmäßig zu beheizen oder durch Dehnfugen voneinander zu trennen.

Zur Befestigung des ***PRINETO*** Randdämmstreifens 50 x 5 (Art.-Nr. 878 386 232) die Schutzfolie auf der Rückseite entfernen und diese selbstklebende Seite an die Wand andrücken. Der Randdämmstreifen hat keinen Folienfuß, da sich der Estrich direkt mit dem Untergrund verbinden soll. Er muss an allen aufsteigenden Bauteilen angebracht werden.

# Montageanleitungen

Die Verlegung der selbstklebenden ***PRINETO*** Noppenfolie 12 (Art.-Nr. 878 386 231) beginnt im Raum „links oben" gegenüber der Tür. Dabei werden die beiden Seiten mit den „halben" Stanzungen ins Starteck gelegt. Die Noppen der ersten Reihe dieser beiden Seiten sind größer als die restlichen Noppen der Folie, sodass sich diese später übereinander stülpen lassen.

Ist die Folie passend justiert, ziehen Sie die Schutzfolie ab und drücken die Noppenfolie mit der selbstklebenden Unterseite fest auf den Boden. Die nächste Platte wird rechts angelegt, ebenfalls mit den halben Stanzungen oben und links. Kleben Sie die linke Seite der Folie über die entsprechende Reihe der Startplatte, dadurch entsteht ein fester Folienverbund.

Die Verlegung wird so nach rechts bis zur rechten Raumwand weitergeführt. Die letzte Noppenfolie wird auf das jeweilige Maß zugeschnitten. Der verbleibende Rest ist der von links verlegte Beginn der nächsten Noppenfolienreihe. Die bei Erreichen der „unteren" Raumwand übrig bleibenden Restplatten werden als Startplatten im nächsten Raum genutzt.

**TIPP**

Die Folie muss lediglich in den zu beheizenden Bereichen verlegt werden. Sparen Sie sich also aufwendiges Schneiden in schwierigen Randbereichen.

**TIPP**

Zur Justierung der Noppenfolien die weiße Schutzfolie über dem Kleber noch nicht abziehen. Die Noppenfolie lässt sich nach Entfernen der Schutzfolie nicht mehr auf dem Boden verschieben.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

Beginnen Sie mit der Verlegung des ***PRINETO*** Heizrohres 12 (Art.-Nr. 878 311 320) am oberen Heizkreisverteilerkasten bzw. an der RTL-Box. Schützen Sie die Rohre an den Durchführungen zum Verteilerschrank mit Schutzrohren oder Rohrführungsbögen. Um die Rohre am Verteiler zu befestigen, verwenden Sie ***PRINETO*** Klemmverschraubungen 12 V-Euro (Art.-Nr. 878 386 234).
Das Flächenheizrohr kann mit der ***PRINETO*** Kupplung 12 (Art.-Nr. 878 340 220) in Verbindung mit der ***PRINETO*** Schiebehülse 12 (Art.-Nr. 878 530 080) verbunden werden. So sparen Sie sich teuren Rohrverschnitt. Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung.

# Montageanleitungen

Nach Freigabe für die Anwendung auf dünnschichtigen Fußbodenheizungen durch den Estrichhersteller können auch andere Spezialestriche verwendet werden. Bei der Estrichverlegung müssen die Flächenheizrohre unter Druck stehen.

Abschließend erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise und das Funktionsheizen (vgl. ab S. 191 bzw. gemäß Estrichherstellerangaben).

Drücken Sie, entsprechend der Verlegeart und des Verlegeabstands, das Rohr mit dem Fuß zwischen die Noppen. Der kleinste Biegeradius ist 75 mm. Spülen und entlüften Sie anschließend jeden Heizkreis einzeln, unterziehen Sie zudem alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise einer Druckprüfung (siehe auch Druckprüfprotokoll auf S. 194). Der Druck ist während der Verlegung des Estrichs aufrechtzuerhalten. Die Verlegung des Estrichs erfolgt bauseits. Die Eignung des Estrichs für den dünnschichtigen Aufbau muss gegeben sein. Hierzu können Produkte beispielsweise von Knauf, Weber Maxit oder PCI verwendet werden. Die Montage- und Verlegevorschriften der Estrichhersteller sind zu beachten, ebenso die Untergrundvorbereitung und die Grundierung.

**HINWEIS**

Sollten Fittings (z. B. Kupplungen) mit in die Fußbodenheizung gelegt werden, sind diese vor direktem Kontakt zu schützen.Dazu sind die Fittings und die Schiebehülse mit geeigneten Mitteln zu umhüllen. Entsprechend EN 1264-4 sind die Positionen von Verbindungsstücken in die Revisionsunterlagen einzuzeichnen.

# Raumtemperaturregelung

Alle Heizungsanlagen sind gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) mit einer selbständig wirkenden Einrichtung zur raumweisen Temperaturregelung in trockenen und geschlossenen Räumen wie Wohnungen, Schulen, Sälen oder Werkstätten mit üblicher Umgebung auszustatten.

Bei den ***PRINETO*** Fußbodenheizungssystemen stehen dafür, elektromechanische und elektronische Regelkomponenten zur Verfügung. Um eine störungsfreie Funktion zu ermöglichen, sollten die Regler nicht direkter Sonneneinstrahlung oder anderen Wärme- oder Kältequellen ausgesetzt sein. Die umgebende Raumluft muss ungehindert am Regler zirkulieren können.

**ACHTUNG**

Die elektrischen Geräte dürfen nur durch einen Fachmann gemäß den Klemmenbeschriftungen angeschlossen werden! Die bestehenden Sicherheitsvorschriften des VDE und der örtlichen EVU sind zu beachten! Vor dem Öffnen sind die Bauteile grundsätzlich stromlos zu machen!

# Raumtemperaturregelung

## Raumtemperaturregler Aufputz

Der Raumtemperaturregler ist ein elektromechanischer Kontakt-Öffner mit thermischer Rückführung und Absenkwiderstand. Der Regelkontakt unterbricht bei Überschreiten der gewählten Raumtemperatur den Stromkreis zum Stellantrieb. Soll der Raumtemperaturregler mehrere Heizkreise eines Raumes gleichzeitig regeln, kann der Steuerstrom mit der Klemmleiste (Art.-Nr. 878 386 094) auf mehrere Stellantriebe verteilt werden.

Zur Verkleinerung der Raumtemperatur-Regeltoleranz auf ca. 0,5 K wird im Heizbetrieb der Widerstand der thermischen Rückführung aktiviert.

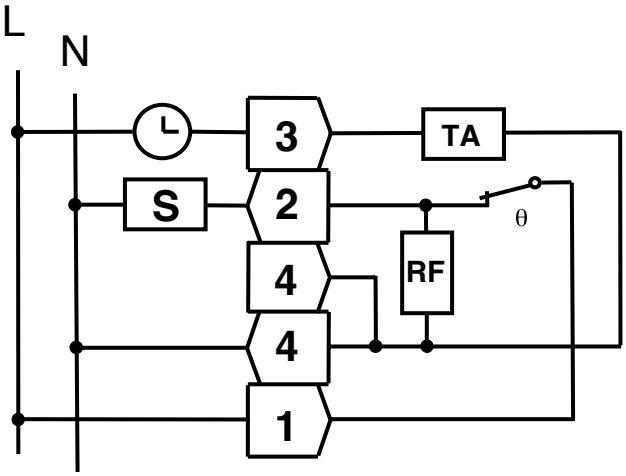
Liegt am Absenkwiderstand Spannung an, so wird die am Handrad gewählte Raumtemperatur selbsttätig um 3 K abgesenkt.

Dies kann beispielsweise über eine Abdeckung mit Pilotuhr (Art.-Nr. 878 386 154) erfolgen. Um alle Funktionen nutzen zu können, muss zwischen Verteilerschrank und Raumtemperaturregler ein Kabel mit mindestens vier stromführenden Adern verlegt werden.

Der Raumtemperaturregler ist gemäß VDE 0875 bzw. EN 55014 funkentstört und arbeitet nach der Wirkungsweise 1c (Bimetall). Eine zulässige relative Luftfeuchte von max. 95 % darf nicht überschritten werden. Betauung ist zu vermeiden.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50/60 Hz |
| Temperaturbereich: | +5 °C bis +30 °C |
| Schaltdifferenz: | Ca. 0,5 K, thermische Rückführung |
| Schutzart: | IP 30 nach EN 60 529 |
| Massivleiter-Querschnitt: | 0,75 – 1,5 mm², kein Schutzleiter erforderlich |
| Anzahl Stellantriebe: | Max. 10 |
| Gehäusefarbe: | Reinweiß (ähnlich RAL 9010) |
| Montagehöhe: | Ca. 1,5 m über Fußboden |
| Kontakt: | Öffner 2 (1) A/230 V AC |
| Nachtabsenkung: | Über Absenkwiderstand –3 K gegen eingestellten Tag-Sollwert (nur mit externer Pilotuhr) |
| Gehäusemaße: | 78 x 78 x 14 mm |
| Montage: | Aufputz oder direkt auf eine UP-Dose (Schraubenabstand 60 mm) |




**Klemmenbelegung:**

| | |
|---|---|
| **3** | Zusatzleiter für Nachtabsenkung |
| **2** | Steuerleiter zum Stellantrieb |
| **4** | Mittelleiter N (beide Klemmen sind gedrückt) |
| **1** | Außenleiter L (Phase) |
| ◷ | Pilotuhr |
| **S** | Stellantrieb, stromlos geschlossen |
| **RF** | Widerstand für thermische Rückführung |
| **TA** | Widerstand für Temperaturabsenkung |

# Raumtemperaturregelung

## Raumtemperaturregler Unterputz Heizen/Kühlen

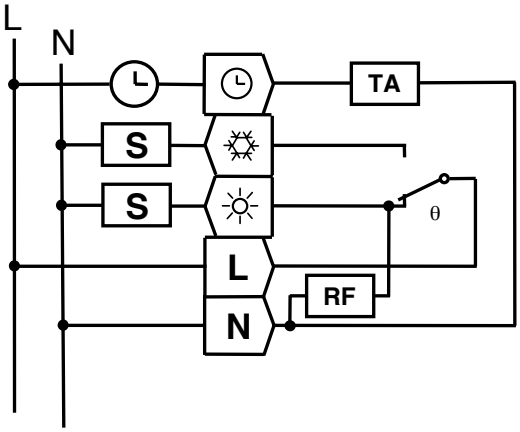
Der Raumtemperaturregler ist ein elektromechanischer Kontakt-Wechsler mit thermischer Rückführung und Absenkwiderstand. Der Regelkontakt schließt bei Überschreiten der gewählten Raumtemperatur den Stromkreis zum Steuerleiter Kühlen und bei Unterschreiten der gewählten Raumtemperatur den Stromkreis zum Steuerleiter Heizen. In Abhängigkeit vom Regelzustand der Klemmleiste Heizen/Kühlen (Art.-Nr. 878 386 150) öffnen die angeschlossenen Stellantriebe, um warmes Wasser zum Heizen oder um kaltes Wasser zum Kühlen strömen zu lassen. Der Regler mit den Abmessungen 50 x 50 mm ist mit separatem Zwischenrahmen in nahezu alle marktgängigen Schalterprogramme integrierbar. Er wird zur Einzelmontage mit einem weißen Standardrahmen geliefert.

Soll der Raumregler nur zum Heizen verwendet werden, kann der Steuerstrom mit der Klemmleiste (Art.-Nr. 878 386 094) auf mehrere Stellantriebe verteilt werden. Zum Heizen und Kühlen ist die Klemmleiste Heizen/Kühlen (Art.-Nr. 878 386 150) zu verwenden. Zur Verkleinerung der Raumtemperatur-Regeltoleranz auf ca. 0,5 K wird im Heizbetrieb der Widerstand der thermischen Rückführung aktiviert. Liegt am Absenkwiderstand Spannung an, so wird die am Handrad gewählte Raumtemperatur selbsttätig um 4 K abgesenkt. Dies kann beispielsweise über eine Abdeckung mit Pilotuhr für die Klemmleisten (Art.-Nr. 878 386 154 zum Heizen, Sonderartikel für Heizen/Kühlen bitte separat anfragen) erfolgen.

Um alle Funktionen für den Heizbetrieb nutzen zu können, muss zwischen Verteilerschrank und Raumtemperaturregler ein Kabel mit mindestens vier stromführenden Adern verlegt werden. Zum Heizen und Kühlen sind fünf stromführende Adern erforderlich. Der Raumtemperaturregler ist gemäß VDE 0875 bzw. EN 55014 funkentstört und arbeitet nach der Wirkungsweise 1c (Bimetall). Eine zulässige relative Luftfeuchte von max. 95 % darf nicht überschritten werden. Betauung ist zu vermeiden.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50/60 Hz |
| Temperaturbereich: | +5 °C bis +30 °C |
| Schaltdifferenz: | Ca. 0,5 K, thermische Rückführung |
| Schutzart: | IP 30 nach EN 60 529 |
| Massivleiter-Querschnitt: | 0,75 – 1,5 mm², kein Schutzleiter erforderlich |
| Gehäusefarbe: | Reinweiß (ähnlich RAL 9010) |
| Anzahl Stellantriebe: | Heizen max. 10, Kühlen max. 5 |
| Montagehöhe: | Ca. 1,5 m über Fußboden |
| Kontakt: | Wechsler 5 (2) A/230 V AC |
| Nachtabsenkung: | Über Absenkwiderstand –4 K gegen eingestellten Tag-Sollwert (nur mit externer Pilotuhr) |
| Maße: | Regler 50 x 50 x 16 mm, mit Rahmen 81 x 85 x 16 mm |
| Montage: | In UP-Dose mit Schraubenabstand 60 mm |




**Klemmenbelegung:**

- Zusatzleiter für Nachtabsenkung
- Steuerleiter Kühlen zum Stellantrieb
- Steuerleiter Heizen zum Stellantrieb
- **L** Außenleiter L (Phase)
- **N** Mittelleiter N
- Pilotuhr
- **S** Stellantrieb, stromlos geschlossen
- **RF** Widerstand für thermische Rückführung
- **TA** Widerstand für Temperaturabsenkung

# Raumtemperaturregelung

## Raumtemperaturregler Aufputz Heizen/Kühlen

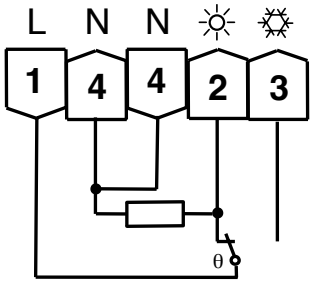
Der Raumtemperaturregler ist ein elektromechanischer Kontakt-Wechsler mit thermischer Rückführung und Absenkwiderstand. Der Regelkontakt schließt bei Überschreiten der gewählten Raumtemperatur den Stromkreis zum Steuerleiter Kühlen und bei Unterschreiten der gewählten Raumtemperatur den Stromkreis zum Steuerleiter Heizen. In Abhängigkeit vom Regelzustand der Klemmleiste Heizen/Kühlen (Art.-Nr. 878 386 150) öffnen die angeschlossenen Stellantriebe, um warmes Wasser zum Heizen oder um kaltes Wasser zum Kühlen strömen zu lassen. Zur Verkleinerung der Raumtemperatur-Regeltoleranz auf ca. 0,5 K wird im Heizbetrieb der Widerstand der thermischen Rückführung aktiviert. Liegt am Absenkwiderstand Spannung an, so wird die am Handrad gewählte Raumtemperatur selbsttätig um 3 K abgesenkt. Dies kann beispielsweise über eine Abdeckung mit Pilotuhr für die Klemmleiste Heizen/Kühlen (Sonderartikel, bitte separat anfragen) erfolgen. Um alle Funktionen nutzen zu können, muss zwischen Verteilerschrank und Raumtemperaturregler ein Kabel mit mindestens fünf stromführenden Adern verlegt werden.

Der Raumtemperaturregler ist gemäß VDE 0875 bzw. EN 55014 funkentstört und arbeitet nach der Wirkungsweise 1c (Bimetall). Eine zulässige relative Luftfeuchte von max. 95 % darf nicht überschritten werden. Betauung ist zu vermeiden.



TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50/60 Hz |
| Temperaturbereich: | +5 °C bis +30 °C |
| Schaltdifferenz: | Ca. 0,5 K, thermische Rückführung |
| Schutzart: | IP 30 nach EN 60 529 |
| Massivleiter-Querschnitt: | 0,75 – 1,5 mm², kein Schutzleiter erforderlich |
| Gehäusefarbe: | Reinweiß (ähnlich RAL 9010) |
| Anzahl Stellantriebe: | Heizen max. 10, Kühlen max. 5 |
| Montagehöhe: | Ca. 1,5 m über Fußboden |
| Kontakt: | Wechsler 2 (1) A/230 V AC |
| Maße: | 78 x 78 x 14 mm |
| Montage: | Aufputz oder direkt auf eine UP-Dose (Schraubenabstand 60 mm) |




**Klemmenbelegung:**

**1** Außenleiter L (Phase)
**4** Mittelleiter N (beide Klemmen sind gebrückt)
**2** Steuerleiter Heizen
**3** Steuerleiter Kühlen)

# Raumtemperaturregelung

## Funkregelungen

Die Funkregelungen werden bevorzugt zur Erweiterung bestehender Heizungssysteme eingesetzt, da keine elektrischen Anschlussleitungen vom Raumtemperaturregler zum Verteilerschrank mit den damit verbundenen Stemm-, Verlege-, Verputz- und Malerarbeiten erforderlich sind. Sie sind zum Heizen oder Kühlen einsetzbar und können je nach Anforderung manuell umgeschaltet werden.

Der betriebsbereite Sender ist ein Raumtemperaturregler Aufputz ohne Zeitprogrammierung, der die Regelsignale kabellos an den im Verteilerschrank montierten Empfänger sendet. Er ist mit einer LED-Heizanzeige, einem Schiebeschalter zum Umschalten von Heizen auf Kühlen und einem Betriebsartenschalter ausgestattet, der im Normalbetrieb auf dem Symbol ☼ stehen muss.

Der Empfänger wandelt die Funksignale der Sender in Steuersignale für elektrische Verbraucher (z. B. Stellantriebe) um. Am Empfänger werden die Stellantriebe der einzelnen Heizkreise angeschlossen und angesteuert. Je nach Bauart können den Empfängern ein bzw. bis zu vier oder sechs Raumtemperaturregler-Sender zugeordnet werden.

Durch Gedrückthalten der Taste ⌛ und gleichzeitiges kurzes Drücken der Taste ‚Reset' wird der Sender in den Lernmodus versetzt. Die LED leuchtet dauerhaft, die Taste ⌛ kann wieder losgelassen werden. Nun kann am Empfänger der Empfangskanal zugeordnet werden (vgl. Beschreibung der Empfänger). Nach erfolgter Zuordnung die Taste ‚Reset' zum Beenden des Lernmodus kurz drücken, die LED erlischt.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Funktionen: | Heizen oder Kühlen (per Schiebeschalter manuell umschaltbar) |
| Regelverhalten: | Veränderliches Impuls-Pausen-Verhältnis oder 2-Punkt-Regelung |
| Betriebsspannung: | DC 3 V (2 Batterien AAA) |
| Trägerfrequenz: | 868,95 MHz |
| Reichweite: | 1 Decke bzw. 3 Wände |
| Schutzart: | IP 30 |
| Betriebsart: | 4 (Zeitautomatik ◷), Heizen (☼), Absenkung (☾), Aus (○) |
| Temperaturbereich: | 5 °C – 30 °C |
| Temperaturabsenkung: | 4 K (Heizen) oder 2 K (Kühlen) |
| Farbe: | Weiß (ähnlich RAL 9010) |
| Montage: | Aufputz oder direkt auf UP-Dose (Schraubenabstand 60 mm) |
| Maße: | 74 x 74 x 28 mm |

Funkregelung Sender

# Raumtemperaturregelung

Der Empfänger 1 Kanal kann Steuersignale von nur einem Sender empfangen. Es kann ein Stellantrieb am Empfänger direkt angeschlossen werden. Dazu müssen die Klemmen 1 und 2 bauseits gebrückt werden (vgl. Klemmenbelegungsplan). Bei gleichzeitiger Regelung mehrerer Heizkreise eines Raumes kann der Steuerstrom (9) auf bis zu 20 Stellantriebe verteilt werden. Durch öffnen der Brücke J1 (Jumper) kann der Empfänger von Heizen auf Kühlen umgeschaltet werden.

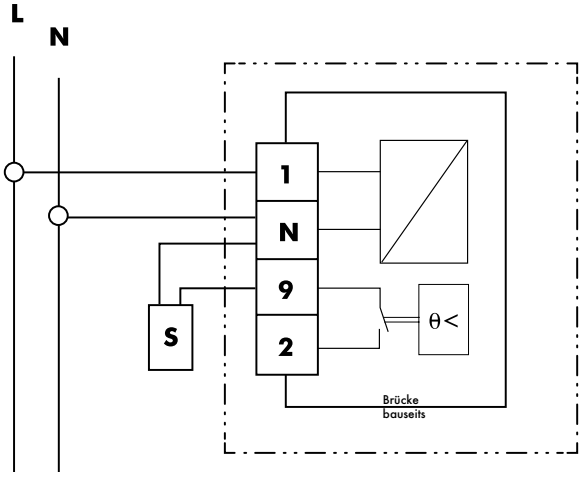
Zum Herstellen einer Funkverbindung mit einem Sender (dieser muss bereits im Lernmodus sein) die Taste ‚!' kurz drücken. Es ertönt ein Signalton und die LED leuchtet, während die Verbindung hergestellt wird. Nach erfolgter Zuordnung am Sender die Taste ‚Reset' zum Beenden des Lernmodus kurz drücken, die LED erlischt.



TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50 Hz |
| Leistungsaufnahme: | < 1,5 W |
| Lastschaltung: | 1 Relais, Schließer 16 (2) A potenzialfrei (Klemmen 2 und 9) |
| Trägerfrequenz: | 868,95 MHz |
| Betriebstemperatur: | 0 °C – 40 °C |
| Schutzart: | IP 30 |
| Farbe: | Reinweiß (ähnlich RAL 9010 |
| Montage: | Aufputz oder auf UP-Dose (Schraubenabstand 60 mm) |
| Maße: | 75 x 75 x 28 mm |

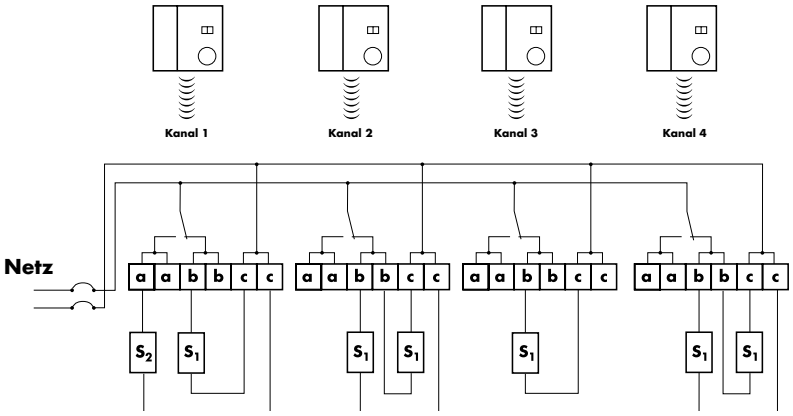
Funkregelung Empfänger 1



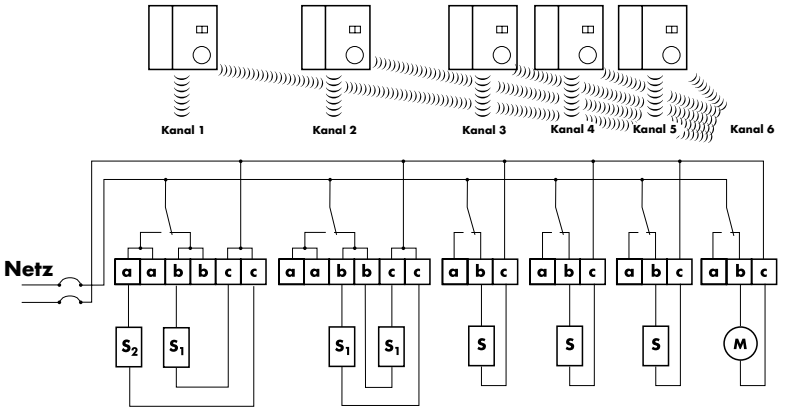

**Klemmenbelegung:**

**1** Außenleiter L (Phase)
**N** Mittelleiter N
**9** Lastkreis potenzialfrei, z. B. Steuerleiter zum Stellantrieb
**2** Lastkreis potenzialfrei, z. B. Außenleiter L (Phase)
**S** Stellantrieb ***PRINETO***, stromlos geschlossen

# Raumtemperaturregelung




Schaltbild Empfänger 4




Schaltbild Empfänger 6 mit Pumpenlogik

Klemmenbelegung:

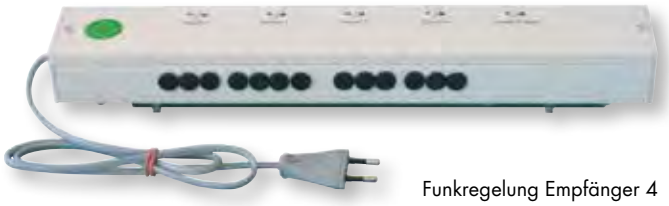
**b – c** Zum Stellantrieb stromlos geschlossen (***PRINETO***)

**a – c** Zum Stellantrieb stromlos offen

**S1** Stellantrieb ***PRINETO***, stromlos geschlossen

**S2** Stellantrieb, stromlos offen

Heizkreispumpe



Funkregelung Empfänger 4

Die Empfänger 4 und 6 Kanal können die Signale von vier bzw. sechs Sendern empfangen und in Steuersignale für elektrische Verbraucher umwandeln. Bei Doppelbelegung der Klemmen sind max. vier Stellantriebe pro Empfangskanal direkt anschließbar (keine Klemmleiste erforderlich).

Beim Empfänger 6 Kanal sind an den Kanälen 3 bis 6 nur je zwei Stellantriebe direkt anschließbar. Sollen mehrere Heizkreise eines Raumes gleichzeitig geregelt werden, kann der Steuerstrom (auf den Klemmen b) mit der Klemmleiste (Art.-Nr. 878 386 094) auf bis zu zehn Stellantriebe je Kanal verteilt werden.

Wird den Kanälen 4 bzw. 6 kein Raumtemperaturregler-Sender zugeordnet und eine Heizkreispumpe an Klemme b angeschlossen, so wird diese Pumpe abgeschaltet, wenn keiner der drei bzw. fünf Sender Wärme anfordert (Pumpenlogik).

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten ‚Kanal 3' und ‚Reset' kann der Empfänger von Heizen auf Kühlen umgeschaltet werden. ‚Kanal 4' und ‚Reset' stellen zurück auf Heizen. Zum Herstellen einer Funkverbindung mit einem Sender (dieser muss bereits im Lernmodus sein) die Taste des jeweiligen Empfangskanals kurz drücken. Es ertönt ein Signalton und die LED des ausgewählten Kanals leuchtet, während die Verbindung hergestellt wird. Nach erfolgter Zuordnung am Sender die Taste ‚Reset' zum Beenden des Lernmodus kurz drücken, die LED erlischt. Nun kann der nächste Sender zugeordnet werden.

## TECHNISCHE DATEN

| | | | |
|---|---|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50 Hz | Schutzart: | IP 40 |
| Leistungsaufnahme: | 3 W | Farbe: | Reinweiß (ähnlich RAL 9010) |
| Lastschaltung: | 4 bzw. 6 Relais, 8 (2) A Wechsler potenzialfrei | Montage: | Auf Hutschiene zur schnellen Befestigung im Verteilerschrank |
| Trägerfrequenz: | 868,95 MHz | Anschlusskabel: | 0,9 m lang, 2-adrig mit Stecker |
| Betriebstemperatur: | 0 °C – 50 °C | Maße: | 375 (453) x 60 x 52 mm (inkl. Hutschiene) |

# Raumtemperaturregelung

## Klemmleiste 230 V (Art.-Nr. 878 386 094)

Die Klemmleiste ist ein Stromverteiler und dient dem sauberen und Platz sparenden Verdrahten von bis zu sechs Raumtemperaturreglern mit bis zu 14 thermoelektrischen Stellantrieben (z. B. Einzelraumregelung von Flächenheizungen). Die Kabel-Klemmblöcke sind in sechs Zonen angelegt, jede Zone kann über einen separaten Raumtemperaturregler geschaltet werden. Durch Überbrückung der Steuerleiterklemmen können Zonen zusammengefasst und damit die Anzahl der geschalteten Stellantriebe (auf Kosten der Zonen-Anzahl) erhöht werden.

**Zone R1 und R2** zum Anschluss von je 4 Stellantrieben

**Zone R3 und R4** zum Anschluss von je 2 Stellantrieben

**Zone R5 und R6** zum Anschluss von je 1 Stellantrieb

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V – 50/60 Hz |
| Stromstärke: | Max. 4 A |
| Schutzart: | IP 43, Schutzklasse II |
| Anschlusskabel: | 1,4 m lang, 2-adrig mit Stecker |
| Gehäusemaße: | 305 x 100 x 60 mm |

Mit der optionalen Abdeckung mit 6-Kanal-Pilotuhr und Pumpenlogik (Art.-Nr. 878 386 154) können die Absenkwiderstände der angeschlossenen Raumtemperaturregler zeitgesteuert aktiviert werden (Nachtabsenkung der angeschlossenen Räume). Die Klemme des Raumtemperaturregler-Absenkwiderstandes muss dazu mit der jeweiligen Klemme des Zeitkanals (◷ CH1 bis ◷ CH6) verbunden sein (vgl. Beispiele des Klemmenplanes).

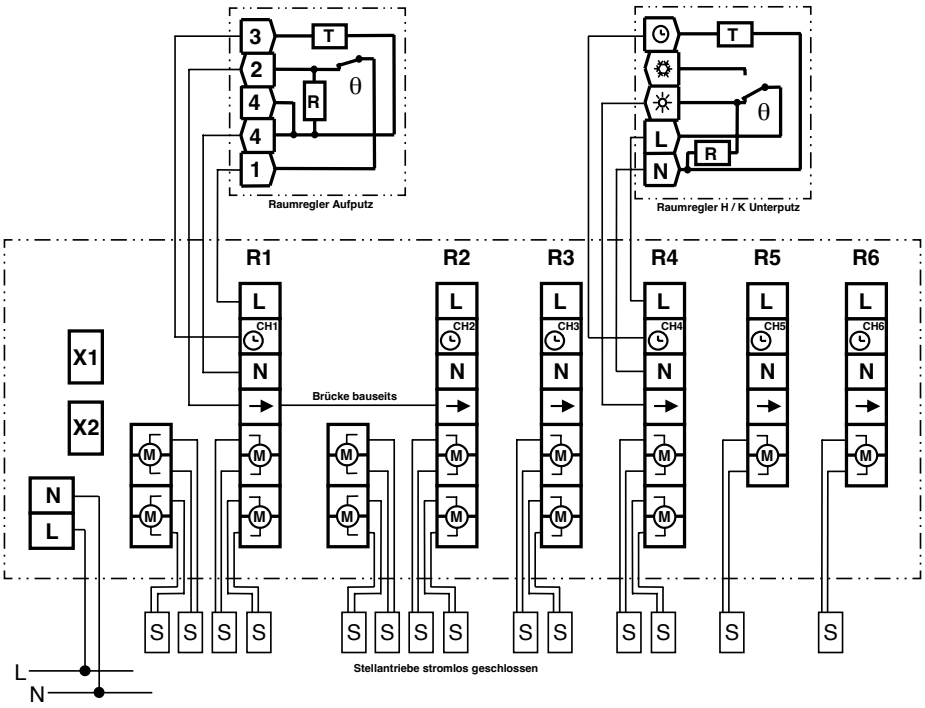
Um alle Funktionen nutzen zu können, müssen die Raumtemperaturregler mit einem Kabel mit mindestens vier stromführenden Adern angeschlossen werden.

Beispiele Klemmenplan:

- Raumtemperaturregler Aufputz schaltet über die Zonen R1 und R2 insgesamt acht Stellantriebe und bekommt über Kanal 1 ein Zeitsignal zur Raumtemperaturabsenkung. Die Steuerleiterklemmen der Zonen R1 und R2 sind gebrückt.
- Raumtemperaturregler Heizen/Kühlen Unterputz schaltet über die Zone 4 zwei Stellantriebe und bekommt über Kanal 4 ein Zeitsignal zur Raumtemperaturabsenkung. Der Kühlen-Ausgang des Reglers ist nicht angeschlossen.

Klemmenbelegung:

| | |
|---|---|
| **L** | Außenleiter L (Phase) |
| **N** | Mittelleiter N |
| → | Steuerleiter vom Raumtemperaturregler kommend |
| **CH1 – 6** | Zusatzleiter Kanäle 1 bis 6 für Nachtabsenkung (von optionaler Pilotuhr Art.- Nr. 878 386 154 geschaltet) |
| Ⓜ | Anschlüsse für Stellantriebe |
| **X1 + X2** | Steckplätze für Signale Absenkzeit und Pumpenlogik (für optionale Pilotuhr Art.-Nr. 878 386 154) |
| **X2** | Steckplatz für Signal Pumpenlogik (für optionale Pumpenlogik Art.-Nr. 878 386 155) |



# Raumtemperaturregelung

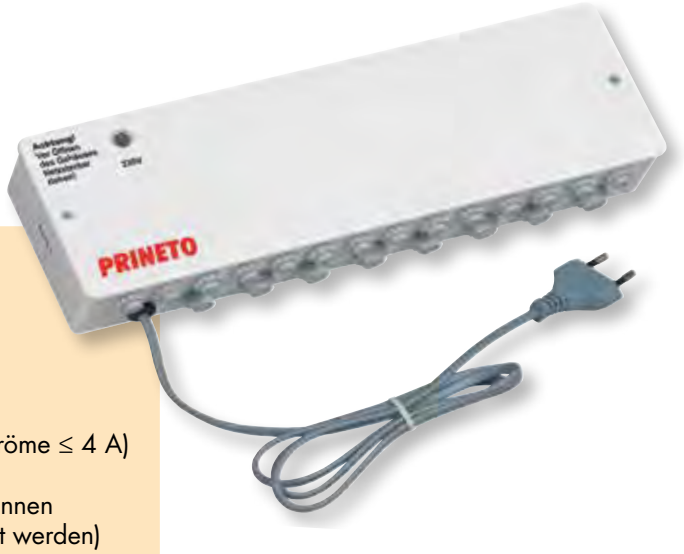
## Klemmleiste 230 V Heizen/Kühlen (Art.-Nr. 878 386 150)

Die Klemmleiste 230 V Heizen/Kühlen dient dem sauberen und Platz sparenden Verdrahten von bis zu sechs Raumtemperaturreglern Heizen/Kühlen mit bis zu zwölf stromlos geschlossenen thermoelektrischen Stellantrieben 230 V. Die Kabel-Klemmblöcke sind in sechs Zonen R1 bis R6 angelegt, die jeweils über einen separaten Raumtemperaturregler geschaltet werden können. An jede Zone können bis zu zwei Stellantriebe angeschlossen werden. Durch Überbrückung der Steuerleiterklemmen können Zonen zusammengefasst und damit die Anzahl der geschalteten Stellantriebe (auf Kosten der Zonen-Anzahl) erhöht werden.

An die Klemmen 2 bis 5 jeder Reglerzone werden die Raumtemperaturregler angeschlossen. Diese regeln über die Klemmen 6 bis 9 die angeschlossenen Stellantriebe. Das externe Umschaltsignal vom Heiz- zum Kühlbetrieb wird auf die potenzialfreien Klemmen e und f gelegt. Liegen 230 V Spannung am Umschaltkontakt an, arbeitet die Klemmleiste im Kühlbetrieb: Nur der über Klemme 3 vom Raumtemperaturregler kommende Steuerstrom kann zu den Stellantrieben fließen und diese öffnen. Sind die Klemmen e und f spannungsfrei, arbeitet die Klemmleiste im Heizbetrieb: Nur der über Klemme 4 vom Raumtemperaturregler kommende Steuerstrom kann zu den Stellantrieben fließen. Über die Steckbrücke J1 (Jumper) kann die Wirkungsweise umgekehrt werden.

Wird der Leiterstrom für eine Heizkreispumpe über die Klemmen c und d geführt, wird die Pumpe ausgeschaltet, wenn alle Stellantriebe stromlos sind und schließen (Pumpenlogik). Der Netzanschluss für diese Pumpe darf nicht aus der Klemmleiste heraus erfolgen, da diese nur mit 4 A abgesichert ist, sondern muss von außen separat zugeführt werden. Mit einer optionalen Abdeckung mit 6-Kanal-Pilotuhr (Sonderartikel, bitte separat anfragen) können im Heizbetrieb die Absenkwiderstände der angeschlossenen Raumtemperaturregler zeitgesteuert aktiviert werden (Nachtabsenkung der angeschlossenen Räume). Die Aktivierung des Raumtemperaturregler-Absenkwiderstandes erfolgt über die Klemme 1 der jeweiligen Zone. Um alle Funktionen nutzen zu können, müssen die Raumtemperaturregler mit einem Kabel mit mindestens fünf stromführenden Adern angeschlossen werden.

Das Gerät ist gemäß VDE 0875 T.14 bzw. EN 55014 funkentstört und arbeitet nach der Wirkungsweise 1C (EN 60730).

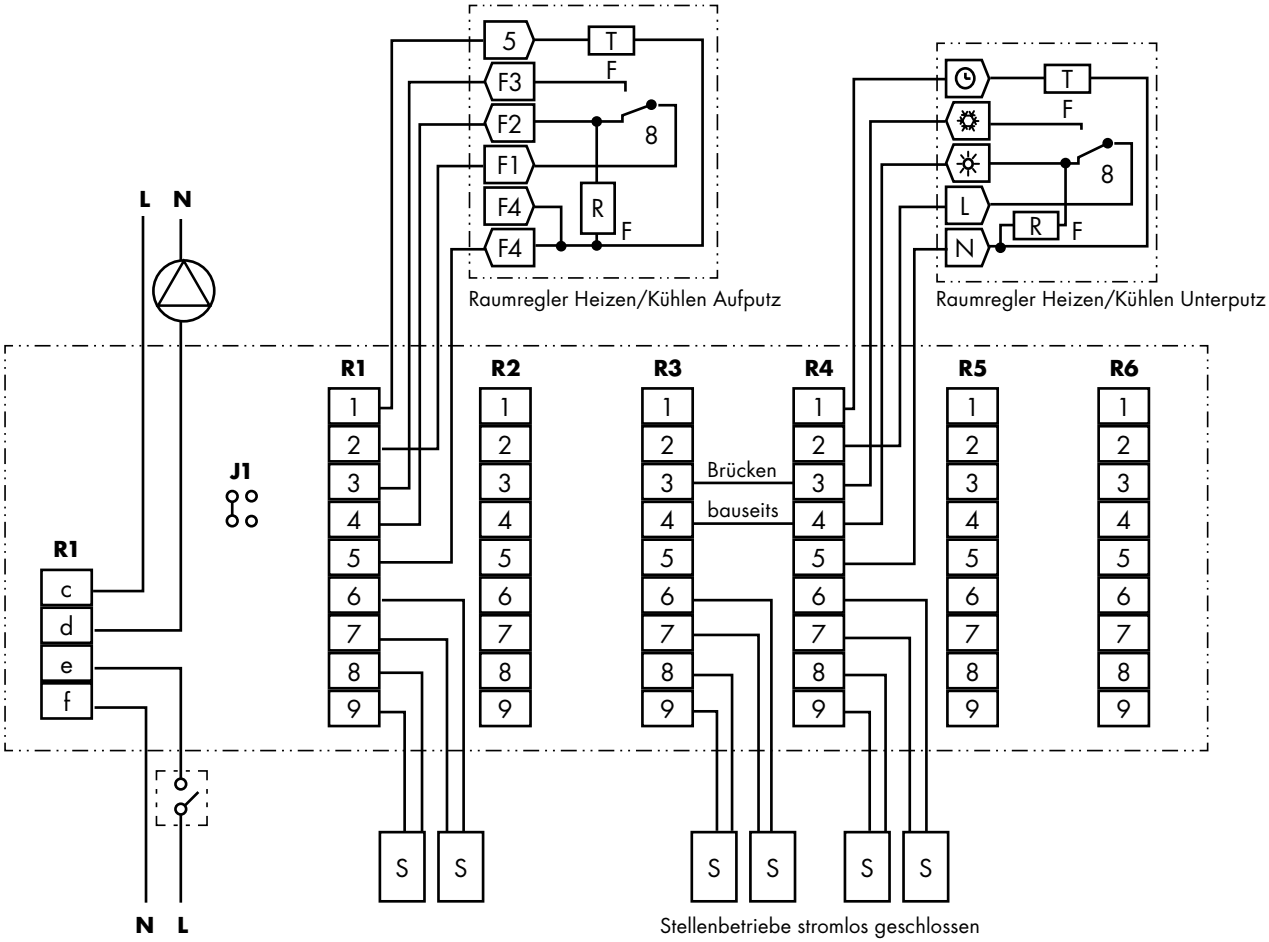



TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | AC 230 V/50 Hz |
| Leistungsaufnahme: | 3 W |
| Stromstärke: | Max. 4 A |
| Umgebungstemperatur: | 0 °C bis 50 °C |
| Lastkreise: | 6 x ~ 4 (2) A (Summe aller Ströme ≤ 4 A) |
| Anzahl Stellantriebe 3 W je Reglerzone: | Max. 10 (von einem Gerät können max. 16 Stellantriebe geregelt werden) |
| Schutzart: | IP 54, schutzisoliert |
| Schutzklasse: | II |
| Farbe: | Weiß (ähnlich RAL 9010) |
| Anschlusskabel: | 1,4 m, 2-adrig mit Stecker |
| Gewicht: | Ca. 700 g |
| Maße: | 305 x 100 x 60 mm |

# Raumtemperaturregelung

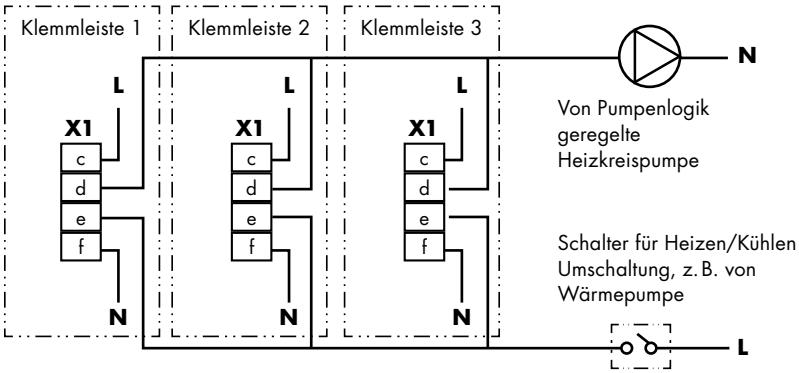
## Elektrisches Anschlussschema




Klemmenbelegung:

| | |
|---|---|
| **L** | Außenleiter L (Phase) |
| **N** | Mittelleiter N |
| **c, d** | Heizkreispumpe (Pumpenlogik) |
| **e, f** | Umschaltsignal 230 V für Heizen/Kühlen |
| **2** | Außenleiter L (Phase) |
| **3** | Steuerleiter Kühlen |
| **4** | Steuerleiter Heizen |
| **5** | Mittelleiter N, zum RTR |
| **6, 7, 8, 9** | Stellantriebe |

**Kombination von mehreren Klemmleisten**




Sollen einzelne Räume nicht gekühlt werden, wird an der betreffenden Zone der Steuerleiter Kühlen (3) nicht belegt. In diesen Räumen können Raumtemperaturregler Aufputz (Art.-Nr. 88 386 096) montiert werden.

# Raumtemperaturregelung

## Abdeckung Pumpenlogik und Pumpenschutz (Art.-Nr. 878 386 155)

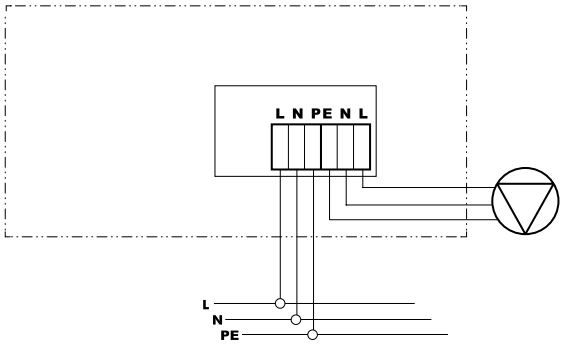
Die Abdeckung wird an Stelle der Standardabdeckung auf die Klemmleiste 230 V (Art.-Nr. 878 386 094) montiert und über einen verdrehsicheren Stecker auf Steckplatz X2 der Klemmleiste angeschlossen. Sie schaltet mit ca. fünf Minuten Zeitverzögerung die angeschlossene Heizkreispumpe (bspw. vom Festwertregelset Art.-Nr. 878 386 230) aus, wenn alle Stellantriebe geschlossen sind. Dadurch wird elektrische Energie gespart, die Heizkreispumpe vor Überhitzung geschützt und Pumpengeräuschen vorgebeugt.

Der Pumpenschutz verhindert, dass sich die Pumpenwelle im Sommer festsetzt. Die Pumpe wird täglich für ca. fünf Minuten aktiviert. Das Einschalten erfolgt 24 Stunden nach dem letzten Ausschalten der Pumpe.

Die zu schaltende Pumpe wird auf der rechten Seite des schwarzen Klemmblocks der Abdeckung (PE', N', L') angeschlossen. Auf die linke Seite wird die Stromzuführung geklemmt. Der Netzanschluss für die Pumpe darf nicht aus der Klemmleiste heraus erfolgen, da diese nur mit 4 A abgesichert ist, sondern muss von außen zugeführt werden.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Schutzart: | IP 40 |
| Farbe: | Weiß (ähnlich RAL 9010) |
| Leistungsaufnahme: | 3 W |
| Schutzklasse: | II |
| Lastkreise: | Relais Schließer, potenzialfrei<br>4 (2) A; 24 – 230 V |
| Maße: | 305 x 95 x 20 mm |

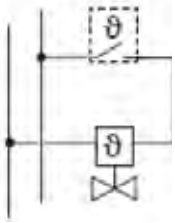


# Raumtemperaturregelung



## Regelantrieb EGO 230 V stromlos geschlossen (Art.-Nr. 878 386 318)

Intelligent autonomer elektrothermischer Stellantrieb 230 V NC für den automatischen und bedarfsgerechten hydraulischen Abgleich der Heizkreise eines Heizkreisverteilers in Flächenheizungssystemen mit Einzelraumregelung und Flächenheizungsrohren mit Außendurchmesser 12 bis 20 mm. Stromlos geschlossen, mit Klapphebel zur manuellen Betätigung. Für Thermostatventileinsätzen namhafter Hersteller mit M30x1,5-Außengewinde, Schließmaß 11,8 mm. Zweipunkt-Raumtemperaturregelung erforderlich.



### Montage

- Die Abgleichventile aller Heizkreise vollständig öffnen.
- Roten Klapphebel nach vorn öffnen (Stellung Hand = stromlos manuell geöffnet).
- Stellantrieb mit Überwurfmutter M30 x 1,5 auf das Thermostatventil-Oberteil aufschrauben, mit dem Logo nach vorn ausrichten und handfest anziehen.

**Hinweis**: Die Einbaulage ist beliebig, der Ego kann in allen Positionen am Vor- oder Rücklauf montiert werden.

- Roten Klapphebel schließen (Stellung Automatik = stromlos geschlossen, stromführend regelnd).
- Temperatursensor-Clips an beiden Flächenheizungsrohren des jeweiligen Heizkreises befestigen (schwarz-rot an den Vorlauf, schwarz-blau an den Rücklauf).
- Elektrisches Anschlusskabel mit dem jeweiligen Raumtemperaturregler verbinden (braun an geschalteten Außenleiter, blau an Neutralleiter).

**ACHTUNG:** Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft installiert werden. Bestehende Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

**Hinweis:** Elektronisch geregelte Heizkreispumpen sind, wie bei allen Flächenheizungen üblich, im Betriebsmodus Δp-c Konstantdruck zu betreiben.

### Selbstständige Inbetriebnahme

Der Ego geht selbstständig in Betrieb, wenn durch Wärmeanforderung des Raumtemperaturreglers elektrische Spannung angelegt wird. Dann beginnt die Initialisierung (Ermitteln der Funktionsparameter), die LED blinkt blau.

Nach etwa vier Minuten ist die Initialisierung beendet. Der Ego beginnt den hydraulischen Abgleich, die LED blinkt grün.

**Hinweis:** Wird die Initialisierung unterbrochen, wird sie bei erneuter Wärmeanforderung wiederholt, bis sie erfolgreich abgeschlossen wurde.

### Statusmeldungen und Betriebszustände

| LED-Code | Information |
|---|---|
| Grün blinkend | Normaler Regelbetrieb |
| Blau blinkend | Initialisierung bzw. Spülung |
| gelb blinkend | Nicht montiert |
| Rot doppelt blinkend | VL-Temp. > 60 °C |
| Rot schnell blunkend | Störung |

### Initialisierung bzw. Spülen des Ventils

In festgelegten Abständen führt der Ego automatisch eine erneute Initialisierung durch. Dabei wird das Thermostatventil einmal vollständig geöffnet und geschlossen und der Strömungsbereich von möglichen Schmutzpartikeln gereinigt.

**Hinweis:** Eine erneute Initialisierung kann jederzeit manuell ausgelöst werden. Der Start kann bspw. vom Raumtemperaturregler aus erfolgen (Umschalten Min- und Max-Temperatur).

Zum Starten an dem stromlosen Ego für < 10 Sekunden Spannung anlegen. Erneut für < 10 Sekunden Spannung anlegen. Nochmals Spannung anlegen und nicht mehr stromlos schalten.

### Vorlauftemperaturbegrenzung

Wird am Vorlauftemperatursensor eine Temperatur > 60 °C gemessen, schließt der Ego das Thermostatventil dieses Heizkreises, um Schäden an der Flächenheizung vorzubeugen. Die LED blinkt rot langsam zweimal. Sinkt die Vorlauftemperatur unter diesen Maximalwert, geht der Ego nach kurzer Zeit selbstständig wieder in den

# Raumtemperaturregelung

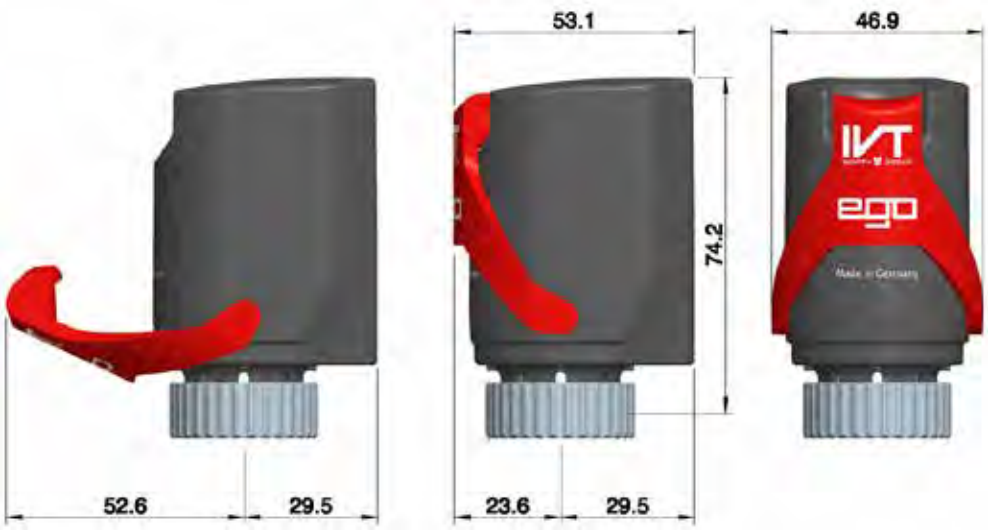
Regelbetrieb über.

**Hinweis:** Die Vorlauftemperaturbegrenzung arbeitet nur, wenn der blaue Klapphebel nach oben auf Stellung Automatik umgelegt ist. Diese Funktion ersetzt keine Maximaltemperaturbegrenzung, welche eine Überschreitung der Temperaturen im Estrich (z.B. nach DIN 18560-2) sicher verhindert.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Spannung: | 230 V AC, 50 Hz |
| Betriebsstrom: | 8,6 mA |
| Dauerbetriebsleistung: | >2 W |
| Schließ- und Öffnungszeit: | ca. 3 min |
| Stellweg: | ≥ 3,5 mm |
| Stellkraft: | 110 N ± 5% |
| Schließmaß Ego: | 10,8 mm |
| Schließmaß Ventil: | 11,8 mm |
| Medientemperatur: | 10 bis 95 °C |
| Vorlauftemperatur: | ≤ 60 °C (in der Stellung Automatik ist die Vorlauf |
| temperaturbegrenzung aktiv) | |
| Lagertemperatur: | -25 bis 60 °C |
| Umgebungstemperatur: | 0 bis 50 °C |
| Luftfeuchte: | 10 bis 100 % nicht kondensierend |
| Schutzart / Schutzklasse: | IP 54 / II |
| Einbaulage: | Beliebig in jeder Position |
| Gehäuse / Gehäusefarbe: | Polyamid / grau-rot |
| Gewicht: | 170 g mit Kabeln und Sensoren |
| Anschlussleitung: | Flexibel, schwarz, 1 m mit Aderendhülsen, 2 x 0,34 $mm^2$ |
| Sensorleitung Vorlauf: | Flexibel, schwarz / rot, 0,4 m, 2 x 0,22 $mm^2$ fest verdrahtet |
| Sensorleitung Rücklauf: | Flexibel, schwarz / blau, 0,4 m, 2 x 0,22 $mm^2$ fest verdrahtet |
| Temperatursensoren: | NTC 10k (bei 25 °C), Clip für Rohr-AD 12 bis 20 mm |

**Maße:**



# Raumtemperaturregelung



## Stellantrieb 230 V stromlos geschlossen (Art.-Nr. 878 386 018)

Der elektrische Stellantrieb dient zur Ansteuerung von Ventilen mit Anschlussgewinde M 30 x 1,5 an Heizkreisverteilern. Die Ansteuerung erfolgt durch einen 2-Punkt-Raumtemperaturregler oder durch Pulsweiten-Modulation. Die Stellmechanik des Antriebes arbeitet mit einem beheizten Dehnstoffelement und einer Druckfeder. Das Dehnstoffelement wird durch Anlegen der Betriebsspannung erwärmt und der integrierte Stößel dadurch bewegt. Dieser lässt das Ventil öffnen.
Die runde Funktionsanzeige auf dem Antrieb steht nun 4 mm hervor, der blaue Ring ist sichtbar. Nach Abschalten der Betriebsspannung wird das Ventil durch die Schließkraft der Druckfeder langsam und gleichmäßig geschlossen. Die runde Funktionsanzeige steht ca. 0,5 mm hervor.

Der Stellantrieb ist im Auslieferzustand durch die First-Open-Funktion stromlos leicht geöffnet, die runde Funktionsanzeige auf dem Antrieb steht etwa 1 – 2 mm hervor. Dadurch lässt sich der Antrieb leichter auf den Adapter stecken und es wird der Heizbetrieb in der Rohbauphase ermöglicht, wenn die elektrische Verdrahtung der Einzelraumregelung noch nicht fertiggestellt ist. Bei der Inbetriebnahme (> 6 Minuten Spannung) öffnet dann der Stellantrieb komplett und schließt nach Spannungsfreischaltung vollständig.

- Kompakte Bauform, geringe Abmessungen
- Patentierter Schutz bei undichten Ventilen
- Rundum Funktionsanzeige
- Wartungsfrei
- Geräuschlos
- Geringe Leistungsaufnahme
- 360° Montagelage
- Steckmontage mit Ventil-Adapter
- First-Open-Funktion
- 100 % Wasserschutz

**Montage**
Der Stellantrieb hat einen weißen Ventil-Adapter, der auf das Anschlussgewinde der Thermostatventil-Einsätze der ***PRINETO*** Heizkreisverteiler handfest aufgeschraubt wird. Nun kann der Stellantrieb aufgesteckt und elektrisch an die Klemmleiste angeschlossen werden. Zum Lösen des Stellantriebes vom Adapter wird die kleine Kunststofffeder auf der Vorderseite eingedrückt und der Stellantrieb abgehoben. Soll der ***PRINETO*** Stellantrieb auf Heizkreisverteilern anderer Hersteller eingesetzt werden, muss unter Umständen der Ventiladapter ausgetauscht werden. Der passende Adapter richtet sich nach dem verbauten Thermostatventileinsatz. In diesem Fall an die IVT Technik wenden.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung: | 230 V AC, +10 % ... –10 %, 50/60 Hz |
| Einschaltstrom, max.: | < 550 mA für max. 100 ms |
| Betriebsleistung: | 1 W |
| Stellweg: | 4,0/5,0 mm |
| Stellkraft: | 100 N +–5 % |
| Medientemperatur: | 0 °C bis +100 °C |
| Lagertemperatur: | –25 °C bis +60 °C |
| Umgebungstemperatur: | 0 bis +60 °C |
| Schutzgrad/Schutzklasse: | IP 54 |
| CE-Konformität nach: | EN 60730 |
| Gehäusematerial/-farbe: | Polyamid/Lichtgrau (RAL 7035) |
| Anschlussleitung/-farbe: | 2 x 0,75 mm PVC/Lichtgrau (RAL 7035) |
| Leitungslänge: | 1 m |
| Gewicht mit Anschlusskabel (1 Meter): | 100 g |
| Überspannungsfestigkeit nach EN 60730-1: | Min. 2,5 kV |

# Raumtemperaturregelung

## Einzelraumregelung ***WEB***

Das Einzelraumregelungs-System ***WEB*** ist eine intelligente Funkregelung für maximalen Komfort und Energieeffizienz bei der Flächentemperierung.

Das Einzelraumregelungs-System besteht aus drei verschiedenen Raumbediengeräten sowie der Basisstation. Die Raumbediengeräte sind die Bedien- und Steuerungseinheit des Systems. Sie dienen der Interaktion des Benutzers mit der Basisstation. Über die 868-MHz-Funktechnologie oder die 24 V Bus-Verbindung wird ein energiesparender bidirektionaler Datenaustausch von Raum- und Betriebszustandsdaten gewährleistet.

An der Basisstation werden die Stellantriebe angeschlossen, um die Heizmittelströme für die Heizkreise zu regulieren.

Auf der Basisstation befindet sich ein eigener Web-Server. Durch die Ethernet-Verbindung der Basisstation wird nicht nur die Steuerung der ***PRINETO*** RTR ***WEB*** lokal über ein Heimnetzwerk ermöglicht, sondern auch weltweit über das Internet.

Dank Smart Home ready lässt sich das System zudem über eine offene XML-Schnittstelle in bestehende Hausautomatisationssysteme einbinden. Die Steuerung erfolgt in diesem Fall diskret durch die Hausautomatisation. Vorhandene Komponenten, wie z. B. Tür-/Fensterkontakte können dabei zur Steuerung des ***WEB***-Systems genutzt werden.

## Raumbediengerät Digital

Das ***PRINETO*** Raumbediengerät Digital dient zur selbsttätigen raumweisen Regelung der Raumtemperatur per Funksignal. Mit umfassender Funktionalität für den Zugriff auf alle raum- und systemspezifischen Parameter sowie präziser Temperaturerfassung ermöglicht es den Aufbau einer perfekt abgestimmten Einzelraumregelung für maximales Nutzerkomfortempfinden. Darüber hinaus gewährleistet es den bidirektionalen Datenaustausch mit der Basisstation für den Abruf zahlreicher Statusmeldungen sowie deren Anzeige auf dem großen, übersichtlichen Display. Die Bedienung erfolgt über einen Drehknopf mit Dreh-/Drückmechanik und feiner Rasterung sowie die stets übersichtliche, sprachneutrale Anzeige des Displays. Mit Anschlussmöglichkeiten eines externen Sensors sowie mittels Basisstation mit Ethernetanschluss auch über das Heimnetzwerk oder das Internet bedienbar.

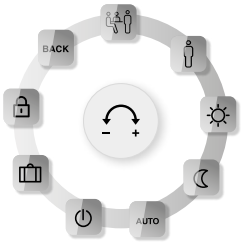
Zum Aufbauen der Funkverbindung mit der Basisstation ist der Drehknopf ca. drei Sekunden zu drücken, bis im Display SEE erscheint.

**Leistungsmerkmale**

- Selbsterklärende, sprachneutrale Bedienung und Benutzerführung
- LC-Display (60 mm x 40 mm) aus kratzfestem Kunststoff
- Daueranzeige von Raumtemperatur, Systemzeit und Betriebszustand
- 868-MHz-Funktechnologie für die Positionierung ohne Verkabelungsaufwand oder kabelgebunden mittels 24 V Bus-Verbindung
- 3 Menüebenen (Lifestyle-Funktionen, Parameter und Service)
- Begrenzung des Einstellbereichs der Raumtemperatur
- Bedienung über Drehknopf (Dreh-Drück-Mechanik mit feiner, dynamischer Rasterung)
- Einstellbereich 5 °C – 30 °C

# Raumtemperaturregelung



| Lifestyle-Funktionen | Parameter | Service |
|---|---|---|
|  <br><br>Partyfunktion zur stundenweisen Deaktivierung der Temperaturabsenkung<br><br>Anwesenheit zur Nutzung der Heizzeitprogramme vom Wochenende auch an Werktagen (z. B. bei Krankheit oder Urlaub zu Hause)<br><br>Betriebsmodi Tag, Nacht, Automatik<br><br>Abschalten des Raumbediengeräts und damit des Regelbetriebs (Frostschutzbetrieb wird automatisch aktiviert)<br><br>Urlaubsmodus zur Absenkung auf eine vordefinierte Urlaubstemperatur und damit Energieeinsparung<br><br>Kindersicherung zum Schutz vor versehentlichem Verstellen und Fehlbedienung | <br><br>Auswahl vordefinierter Lifestyle Zeitprogramme (über Online-Parametrier-Tool beliebig veränderbar)<br><br>Getrennte Auswahl der Soll-Temperatur für verschiedene Programme wie Tag/Nacht, ECO und Urlaub<br><br>Begrenzung der einstellbaren Raumtemperatur<br><br>Datum & Uhrzeit für das Gesamtsystem<br><br>Anzeige der Software-Versionen von Raumbediengerät, Basisstation und Web-Oberfläche der Basisstation<br><br>Zurücksetzen der Benutzer-Parameter | Durch PIN-Code gegen Fremdzugriff geschützt<br><br>Individuelle, optimale Abstimmung der Anlage über Systemparameter wie:<br><br>• Einstellung des verwendeten Heizsystems für jede Zone (z.B. Fußbodenheizung, Radiator, Konvektor etc.)<br>• Sperren von Schaltausgängen einer Zone in Abhängigkeit des aktivierten Betriebsmodus (Heizen/Kühlen)<br>• Aktives Umschalten Heizen/Kühlen<br>• Smart-Start-Technologie aktivieren/deaktivieren<br>• Bediensperren mit/ohne PIN definieren<br>• Korrektur der Ist-Werterfassung einstellen<br>• Globale Umschaltung des Wirksinns der Anlage (stromlos-auf/stromlos-zu)<br>• Frostschutz-Temperatur einstellen<br>• Heizen/Kühlen sperren für individuelle Zonen<br>• Umstellung Fahrenheit/Celsius<br>• Einstellung zahlreicher Pumen-/Kessel-Parameter |

TECHNISCHE DATEN

| | FUNK | BUS |
|---|---|---|
| Spannungsversorgung | 2 x LR03/AAA (Micro) Alkaline Batterie | 24V über BUS |
| Batterielebensdauer | > 2 Jahre | - |
| Verpolungsschutz | Elektronisch über MOSFET-Schalter | Elektronisch über MOSFET-Schalter |
| Funktechnologie | Funk, 868 MHz SRD-Band | - |
| Schutzgrad/Schutzklasse | IP 20/III | |
| Zulässige Umgebungstemperatur | 0 °C bis 50 °C | |
| Zulässige Umgebungsfeuchte | 5 % bis 80 %, nicht kondensierend | |
| Lager-/Transporttemperatur | –10 °C bis +50 °C | |
| Normen und Vorschriften | EN60730-1/EN60730-2-9/ElektroG bzw. RoHS-konform | |
| Material | ABS (Gehäuse, Sockel, Drehknopf)/PMMA (Scheibe) | |
| Farbe | RAL9010 (Reinweiß) | |
| Außenabmessungen | 86 x 86 x 21,6 mm/26,5 mm | |
| Gewicht | 115 g | |
| Sichtbarer Bereich Display | 40 x 60 mm | |
| Encoder | 30 Rastungen auf 360° | |
| Einstellbereich Solltemperaturvorgabe | 5 °C bis 30 °C | |
| Auflösung Solltemperaturvorgabe | 0,2 K | |
| Messbereich IST-Temp-Erfassung (int. Sensor) | 0 °C – 40 °C | |
| Messgenauigkeit interner NTC | ±0,3 K | |

Abmessungen Funk-RTR ***WEB*** Raumbediengerät Digital (alle Angaben in mm)

# Raumtemperaturregelung

## Raumbediengerät Analog

Das ***PRINETO*** Raumbediengerät Analog dient zur selbsttätigen raumweisen Regelung der Raumtemperatur per Funksignal. Mit präziser Temperaturerfassung ermöglicht es den Aufbau einer abgestimmten Einzelraumregelung für maximales Nutzerkomfortempfinden. Die Einstellung der gewünschten Raumtemperatur in der zugeordneten Zone erfolgt über einen Drehknopf mit feiner Rasterung und die stets gut ablesbare Skala. Über Reiter unterhalb des Drehknopfes wird der mögliche Einstellbereich eingegrenzt und ein Sollwertabgleich vorgenommen. Einstellbereich 10 °C – 28 °C, mittels Basisstation mit Ethernetanschluss auch über das Heimnetzwerk oder das Internet abrufbar.

Zum Aufbauen der Funkverbindung mit der Basisstation ist unter dem Einstellrad der Set-Knopf maximal 1 Sekunde zu drücken.

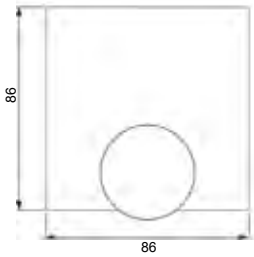
Die Bedienung des Raumbediengerätes erfolgt bequem über den Drehknopf mit stets gut ablesbarer Temperaturskala. Durch simples Drehen wird die gewünschte Wohlfühltemperatur vom Benutzer eingestellt.

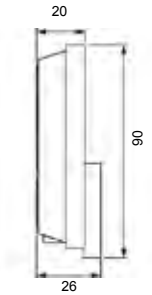
**Leistungsmerkmale**

- Sollwertabgleich
- Einstellbereich 10 °C – 28 °C
- 868-MHz-Funktechnologie für die Positionierung ohne Verkabelungsaufwand oder kabelgebunden mittels 24 V Bus-Verbindung
- Drehknopf mit ¼-Grad-Softrastung
- Einstellrad mit Grad-Anzeige, in ¼-Grad-Stufen einstellbar

TECHNISCHE DATEN

| | FUNK | BUS |
|---|---|---|
| Spannungsversorgung | 2 x LR03/AAA (Micro) Alkaline Batterie | 24V über BUS |
| Batterielebensdauer | > 2 Jahre | - |
| Verpolungsschutz | Elektronisch über MOSFET-Schalter | Elektronisch über MOSFET-Schalter |
| Funktechnologie | Funk, 868 MHz SRD-Band | - |
| Schutzgrad/Schutzklasse | IP 20/III | |
| Zulässige Umgebungstemperatur | 0 °C – 50 °C | |
| Zulässige Umgebungsfeuchte | 5 % – 80 % nicht kondensierend | |
| Lager-/Transporttemperatur | –10 °C – +50 °C | |
| Normen und Vorschriften | EN60730-1/EN60730-2-9/ElektroG bzw. RoHS-konform | |
| Material | ABS (Gehäuse, Sockel, Drehknopf) | |
| Farbe | RAL9010 (Reinweiß) | |
| Außenabmessungen | 86 x 86 x 20 mm/25,5 mm | |
| Gewicht | 90 g | |
| Potentiometer | 47 K/260° Einstellbereich | |
| Pairing-Taste | Unter Drehknopf | |
| Einstellbereich Solltemperaturvorgabe | 10 °C – 28 °C | |
| Auflösung Solltemperaturvorgabe | 0,25 K | |
| Messbereich IST-Temperatur-Erfassung (int. Sensor) | 0 °C – 40 °C | |
| Messgenauigkeit interner NTC | ±0,3 K | |




Abmessungen Funk-RTR ***WEB*** Raumbediengerät Analog (alle Angaben in mm)

# Raumtemperaturregelung

## Raumbediengerät Sensor

Das ***PRINETO*** Raumbediengerät Sensor dient zur selbsttätigen raumweisen Regelung der Raumtemperatur per Funksignal mit Inneneinstellung. Mit präziser Temperaturerfassung ermöglicht es den Aufbau einer abgestimmten Einzelraumregelung für maximales Nutzerkomfortempfinden. Die Einstellung der gewünschten Raumtemperatur in der zugeordneten Zone erfolgt über einen Drehknopf unter dem Deckel, um eine unerwünschte Verstellung zu vermeiden. Einstellbereich 10 °C – 28 °C, mittels Basisstation mit Ethernetanschluss auch über das Heimnetzwerk oder das Internet bedienbar.

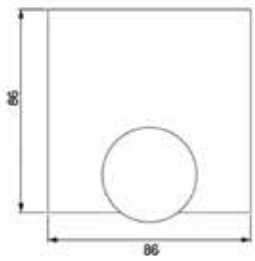
Zum Aufbauen der Funkverbindung mit der Basisstation ist unter dem Einstellrad der Set-Knopf maximal 1 Sekunde zu drücken.

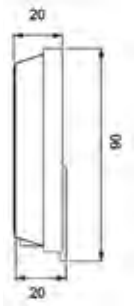
**Leistungsmerkmale**

- Sollwertabgleich
- Einstellbereich 10 °C – 28 °C
- 868-MHz-Funktechnologie für die Positionierung ohne Verkabelungsaufwand oder kabelgebunden mittels 24 V Bus-Verbindung
- Drehknopf mit ¼-Grad-Softrastung
- Einstellrad mit Grad-Anzeige, in ¼-Grad-Stufen einstellbar

TECHNISCHE DATEN

| | FUNK | BUS |
|---|---|---|
| Spannungsversorgung | 2 x LR03/AAA (Micro) Alkaline Batterie | 24V über BUS |
| Batterielebensdauer | > 2 Jahre | - |
| Verpolungsschutz | Elektronisch über MOSFET-Schalter | Elektronisch über MOSFET-Schalter |
| Funktechnologie | Funk, 868 MHz SRD-Band | - |
| Schutzgrad/Schutzklasse | IP 20/III | |
| Zulässige Umgebungstemperatur | 0 °C – 50 °C | |
| Zulässige Umgebungsfeuchte | 5 % – 80 % nicht kondensierend | |
| Lager-/Transporttemperatur | –10 °C – +50 °C | |
| Normen und Vorschriften | EN60730-1/EN60730-2-9/ElektroG bzw. RoHS-konform | |
| Material | ABS (Gehäuse, Sockel, Drehknopf) | |
| Farbe | RAL9010 (Reinweiß) | |
| Außenabmessungen | 86 x 86 x 20 mm | |
| Gewicht | 90 g | |
| Potentiometer | 47 K/260° Einstellbereich | |
| Pairing-Taste | Unter Drehknopf | |
| Einstellbereich Solltemperaturvorgabe | 10 °C – 28 °C | |
| Auflösung Solltemperaturvorgabe | 0,25 K | |
| Messbereich IST-Temperatur-Erfassung (int. Sensor) | 0 °C – 40 °C | |
| Messgenauigkeit interner NTC | ±0,3 K | |




Abmessungen Funk-RTR ***WEB*** Raumbediengerät Sensor (alle Angaben in mm)

# Raumtemperaturregelung

## Basisstation

Die Funk-RTR ***WEB*** Basisstation 230 V mit 4 und 8 Zonen ist die intelligente Regel- und Anschlusseinheit des Systems für die zentrale Informationsverarbeitung und Kommunikation mit allen Systemkomponenten. Sie erfasst und verwertet zahlreiche Messdaten für die individuelle, energieeffiziente Temperaturregelung in jedem Raum und ein maximales Nutzerkomfortempfinden. Die 868-MHz-Funktechnologie gewährleistet dabei eine sichere, bidirektionale Kommunikation der zugeordneten Raumbediengeräte, Basisstationen und angeschlossenen Antriebe bei gleichzeitig minimaler Funkbelastung. Die Systemsoftware erfüllt sämtliche Anforderungen aktueller und zukünftiger Systeme – Anpassungen und Aktualisierungen für eine sich technologisch wandelnde Umgebung erfolgen bequem per MicroSD-Karten-Slot.

An der Basisstation besteht jeweils ein Ausgang als Pumpenlogik und als Kesselsteuerung, die den Stromkreis schließen können, sollte keine Wärme benötigt werden. Um hierbei mehrere Basisstation zu berücksichtigen, lassen sich diese miteinander verbinden. Über die Pilotfunktion für Heizen und Kühlen lässt sich vom Raumbediengerät die gesamte Heizungsanlage über den Kesselausgang umschalten.

Durch die Smart Start-Funktion erlernt die Basisstation die Aufheizzeiten und kann sich an Nutzergewohnheiten anpassen. Da hierzu der Verlauf von einigen Tagen berücksichtigt wird, kann die Basisstation auch auf Veränderungen reagieren.

Die XML-Schnittstelle bietet eine problemlose Integration in übergeordnete Systeme. Durch die Ethernet-Ausführung besteht zusätzlich die Möglichkeit der Integration in das Heimnetzwerk. Die integrierte Web-Applikation bietet eine komfortable Steuerung der Einzelraumregelung per PC und/oder Smartphone sowie über das Internet.

### Leistungsmerkmale

- Ausführungen in 4- oder 8-Zonen
- All-in-One – Komplettausstattung für Heiz- und/oder Kühlsysteme
- Kopplung von bis zu 7 Basisstationen über Funk
- Ausgangszustand NC oder NO wählbar
- Bewährte Kabelführung und Zugentlastung
- Schraublose Steck-/Klemmanschlusstechnik
- MicroSD-Karten-Slot für individuelle Anpassungen
- Perfektes Zusammenspiel mehrerer Basisstationen über Bus
- Integrierte Systemuhr
- Integration in das Heimnetzwerk
- Webbasierte Applikationssoftware für komfortable Steuerung per PC, Smartphone sowie über das Internet
- Smart Start-Funktion für einen noch energieeffizienteren Betrieb

### Technische Daten

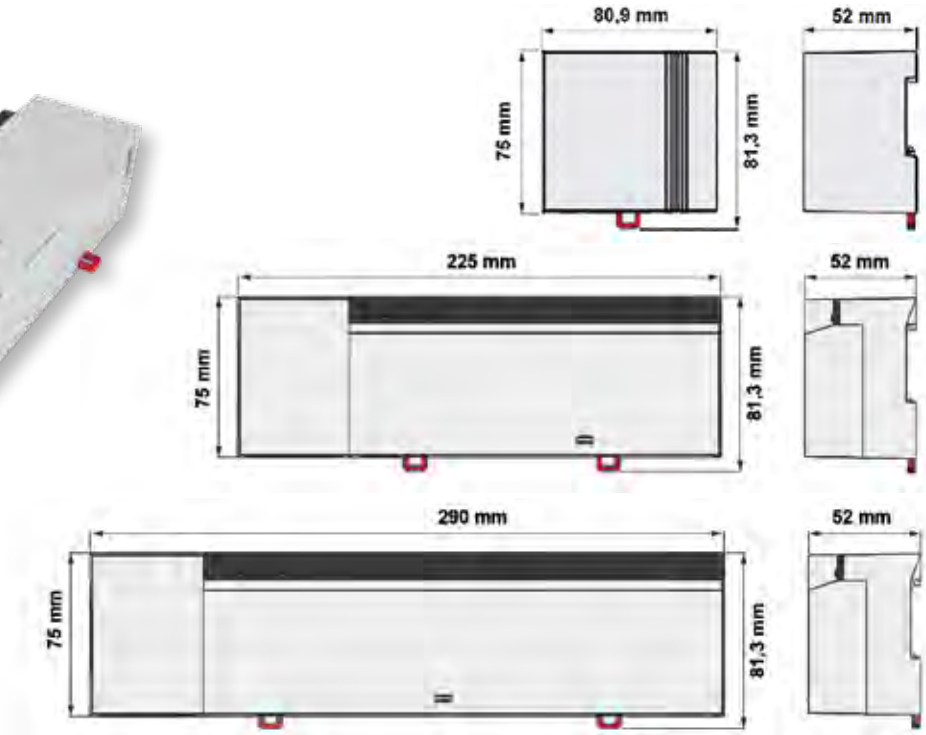
| | 4-Kanal | 8-Kanal |
|---|---|---|
| Max. Anzahl Heizzonen | 4 | 8 |
| Leistungsaufnahme im Leerlauf | 2,4 W | |
| Max. Leistungsaufnahme (ohne Pumpe) | 50 W | |
| Absicherung | 5 x 20mm, T4AH | |
| Schutzklasse | II | |
| Schutzgrad | IP 20 | |
| Funktechnologie | Funk, 868 MHz SRD-Band | |
| Max. Anzahl Antriebe | 2 x 2 + 2 x 1 | 4 x 2 + 4 x 1 |
| Max. Nennlast aller Antriebe | 24 W (12x2 W oder 8x3 W bzw. 18x1 W) | |
| Ausführung Schaltglied | Relais | |
| Schaltleistung je Heizzone | max. 1 A zulässig | |
| Überlastschutz | Strombegrenzung über Gerätesicherung | |
| Anschluss Pumpe | Kontakt: 1C (einpolig schaltend/direkte Speisung der Pumpe)/ keine Durchverdrahtungsmöglichkeit | |
| Vor-/Nachlaufzeit | parametrierbar | |

# Raumtemperaturregelung



| | 4-Kanal | 8-Kanal |
|---|---|---|
| Hocheffizienzpumpe | parametrierbar | |
| Schaltleistung | 8A bei cosj = 1/induktiv max. 200 VA | |
| Kesselanschluss/CO-Ausgang | Kontakt 1 A (einpolig, Schließer)/invertierbar | |
| Vor-/Nachlaufzeit | parametrierbar | |
| Schaltleistung | 1A bei cosj = 1/induktiv max. 200 VA | |
| Systembus-Anschluss | RS485 mit GND und 24 V zur Speisung von ext. Komponenten max. 2 W Leistungsentnahme möglich | |
| Ethernet-Anschluss | RJ45 | |
| Anschlussklemmen | - | |
| Leiterquerschnitt: massiv | 0,2 bis 1,5 mm² | |
| Leiterquerschnitt: feindrähtig mit ADH ohne Kunststofftülle | max. 1,0 mm² | |
| Leiterquerschniit: feindrähtig mit ADH mit Kunststofftülle | max. 0,75 mm² | |
| Abisolierlänge | 8 bis 9 mm | |
| Regelverhalten | PI/2-Punkt einstellbar | |
| Regelgenauigkeit vom eingestellten Sollwert | ±1 K | |
| Regelschwingen | ±0,2 K | |
| Zulässige Umgebungstemperatur | 0 °C bis 60 °C | |
| Zulässige Umgebungsfeuchte | 5 % bis 80 % nicht kondensierend | |
| Lager-/Transporttemperatur | –25 °C bis +70 °C | |
| Ausführung Netzanschluss | Klemmen NYM-Anschluss 3 x 1,5 mm² | |
| Material | PC + ABS | |
| Farbe | RAL7035 (Lichtgrau) | |
| Außenabmessungen | 225 x 52 x 75 mm | 290 x 52 x 75 mm |
| Gewicht | 500 g | 650 g |
| Gewicht Trafo (BUS-Version) | - | 600 g |

**Abmessungen**



# Raumtemperaturregelung

## Festwertregelset

**Anwendung**
Sollen in einem Gebäude mit Hochtemperatur-Heizsystem mehrere Räume mit Fußbodenheizung beheizt werden, so muss dafür die Heizmitteltemperatur gesenkt werden, um eine zu hohe Oberflächentemperatur der Fußböden zu verhindern. Mit dem ***PRINETO*** Festwertregelset erfolgt diese Temperaturabsenkung direkt an den Heizkreisverteilern in der Nähe der Räume. Die Montage einer zusätzlichen Pumpengruppe am Heizkessel und die Verlegung zusätzlicher Steigstränge durch das Gebäude können entfallen.

Die Temperaturregelung der einzelnen Räume kann mit Raumtemperaturreglern und Stellantrieben erfolgen. Zur besseren hydraulischen Funktionskontrolle empfehlen wir die Verwendung von Verteilern mit Regolux Memory Durchflussmessern. Zur Einsparung von Elektroenergie ist eine elektronische Pumpenlogik (Art.-Nr. 878 386 154 oder 155) zu empfehlen.

**HINWEIS**

Das Festwertregelset ist eine Ergänzungsbaugruppe und wird ohne Heizkreisverteiler geliefert. Es ist passend für die ***PRINETO*** Heizkreisverteiler mit 200 mm Balkenabstand. Separate Kugelhähne zur Absperrung der Verteiler sind nicht nötig aber mit unseren Kugelhahnsets (878 386 132) möglich. Bestandteil des Festwertregelsets ist eine elektronisch geregelte Hocheffizienz- Heizkreispumpe, die unvermeidbare Laufgeräusche im Betrieb verursacht. Im Sinne einer geräuscharmen Installation ist darauf zu achten, dass die Leistungsstufe entsprechend der tatsächlich erforderlichen Wassermenge eingestellt wird (vgl. Pumpenkennlinie) und sich der Körperschall der laufenden Pumpe nicht auf die umgebenden Bauteile übertragen kann, bzw. dass ein geeigneter Installationsort gewählt wird.

**Funktion**
Beim Festwertregelset wird die gewünschte Fußbodenheizungs-Vorlauftemperatur an einem Thermostatkopf fest eingestellt (witterungsunabhängige Temperaturführung). Dieser öffnet langsam beim Unterschreiten der Fußbodenheizungs-Solltemperatur (frei wählbar von 20° C bis 50° C) das Thermostatventil am Rücklaufverteilerbalken und lässt wärmeres Vorlaufwasser des Hochtemperatur-Heizkreises in die Fußbodenheizkreise strömen (Beimischung).

In der Heizkreispumpe vermischt sich das kühle Rücklaufwasser der Heizkreise mit dem Hochtemperatur-Vorlaufwasser. Die Mischtemperatur kann am Thermometer abgelesen und kontrolliert werden. Das erwärmte Mischwasser strömt als Vorlauf in die Fußbodenheizkreise. Nach der Heizkreispumpe ist ein Tauchfühler montiert, der bei Erreichen der Fußbodenheizungs-Solltemperatur das Thermostatventil am Rücklaufverteilerbalken wieder schließt. Die Heizkreispumpe lässt das erwärmte Mischwasser solange durch die Heizkreise strömen, bis die Temperatur durch Wärmeabgabe in die angeschlossenen Räume wieder absinkt und die Beimischung einsetzt.

Um eine unzulässige Überschreitung der Vorlauftemperatur zu verhindern (z. B. bei defektem Thermostatkopf), ist ein Sicherheitstemperaturbegrenzer integriert. Er stoppt die Pumpe bei Überschreitung der Temperatur von 55 °C.

**Montage**
Das Festwertregelset, bestehend aus einer Umwälzpumpe und zwei Edelstahlbalken, wird fertig montiert geliefert. Sie wird direkt an die flachdichtenden G 1" Überwurfverschraubungen der ***PRINETO*** Heizkreisverteiler geschraubt. Der Rücklaufverteilerbalken (1) muss dazu oben montiert sein! Der Thermostatkopf (2) wird handfest auf das Thermostatventil (3) aufgeschraubt und der Tauchfühler (Kapillarfühler) wird bis zum Anschlag in die Tauchhülse (4) geschoben und durch eine schwarze Kappe befestigt. Das Kapillarrohr (5) des Tauchfühlers darf dabei auf keinen Fall knicken!

Der Vorlauf des Hochtemperatur-Heizkreissystems wird an (6) angeschlossen, der Rücklauf an (7). Im Rücklauf befindet sich ein Regulierventil (8), mit dem eine Voreinstellung des Durchflusses möglich ist (Werkseinstellung entspricht Graph 2,0 des Druckverlustdiagramms). Die Anschlüsse ans HT-System können durch die Winkel (9) horizontal erfolgen. Ist eine vertikale Installation gewünscht, lassen sich die Winkel entfernen bzw. mit dem Zusammenschrauben beider Winkel an den Vorlaufbalken eine parallele Verschiebung zum vertikalen Rücklauf erreichen.

Im Lieferumfang des Festwertregelsets enthalten ist ein fest eingestellter Sicherheitstemperaturbegrenzer (STB). Dieser wird im Vorlaufbalken eingeschraubt (12). Überschreitet die Vorlauftemperatur einen maximal zulässigen Wert von 55° C, schaltet der STB den elektrischen Strom der Umwälzpumpe aus. Die entsprechende Verdrahtung erfolgt bauseits.

# Raumtemperaturregelung



**ACHTUNG**

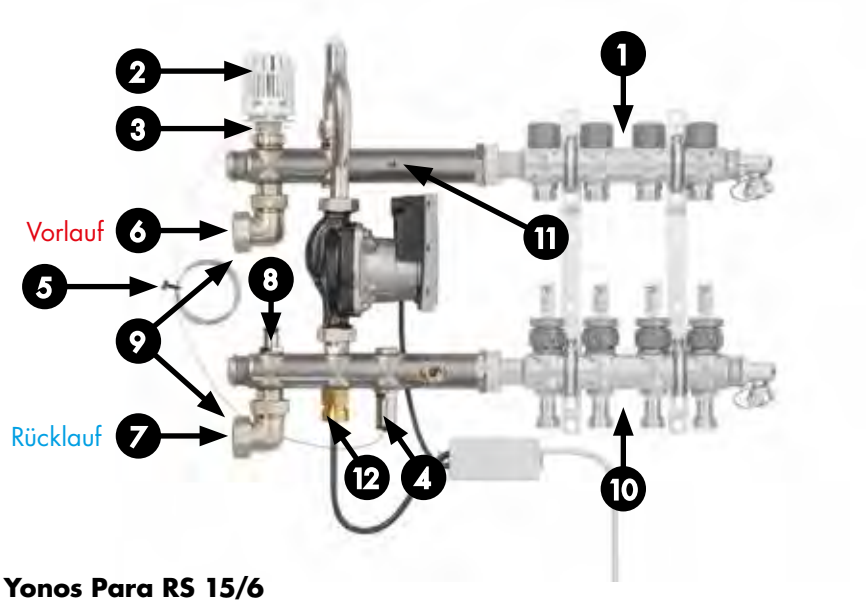
Die elektrischen Geräte dürfen nur durch einen Fachmann gemäß den Klemmenbeschriftungen angeschlossen werden! Die bestehenden Sicherheitsvorschriften des VDE und der örtlichen EVU sind zu beachten! Vor dem Öffnen sind die Bauteile grundsätzlich stromlos zu machen!

**HINWEIS**

Das Füllen der Heizkreise zum Entlüften muss über den Vorlaufverteilerbalken (4) erfolgen. Der Rückflussverhinderer im Vorlaufrohr (10) unterbindet dabei eine Fehlströmung über die Heizkreispumpe zum Rücklaufverteilerbalken.

Bei Verwendung von Regolux Memory-Verteilern muss beim hydraulischen Abgleich aller Heizkreise die Verbindung zum Hochtemperatur-Heizkreis geschlossen sein, die Heizkreispumpe muss laufen und die Ventile im Rücklauf müssen geöffnet sein.

Alle Verschraubungen sind vor dem Befüllen nochmals auf festen Sitz zu überprüfen. Das Anzugsdrehmoment der G1 Überwurfmuttern darf maximal 40 Nm betragen (Richtwert: Mutter handfest anziehen + ca. ¼ Umdrehung).



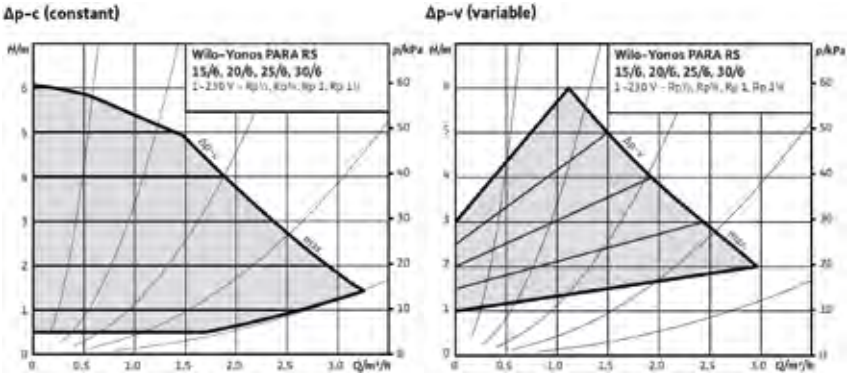

**Heizkreispumpe Yonos Para RS 15/6**

| | |
|---|---|
| Motorbauart | automatisch geregelte Hocheffizienz-Pumpe mit volumenstromabhängiger Differenzdruckregelung |
| Regelungsarten | Konstanter Differenzdruck oder Proportionaldruck |
| Betriebsspannung | 230 Volt, 50/60 Hz |
| Energieklasse | Hocheffizient A |
| EE-Index | < 0,20 |
| Zulässige Fördermedien | Heizungswasser nach VDI 2035, Glykol-Wasser-Gemisch* |
| Max. Förderhöhe | 6,2 m |
| Leistungsaufnahme | 4 – 45 W |
| Zulässiger Temperaturbereich der Pumpflüssigkeit | –10 °C** bis +110 °C |
| Motorschutzart | IP 4D |
| Isolierklasse | F |
| Gewicht | 2370 g |
| Anschluss | 1" AG flachdichtend |

* Pumpenleistung ändert sich erheblich, wenn Wasser-Glykol-Gemische mit Konzentrationen über 20 % gepumpt werden.
** Vor Frost schützen. Zur Vermeidung von Kondensation muss die Flüssigkeitstemperatur höher als die Raumtemperatur sein.

# Raumtemperaturregelung

## Kennlinienfeld



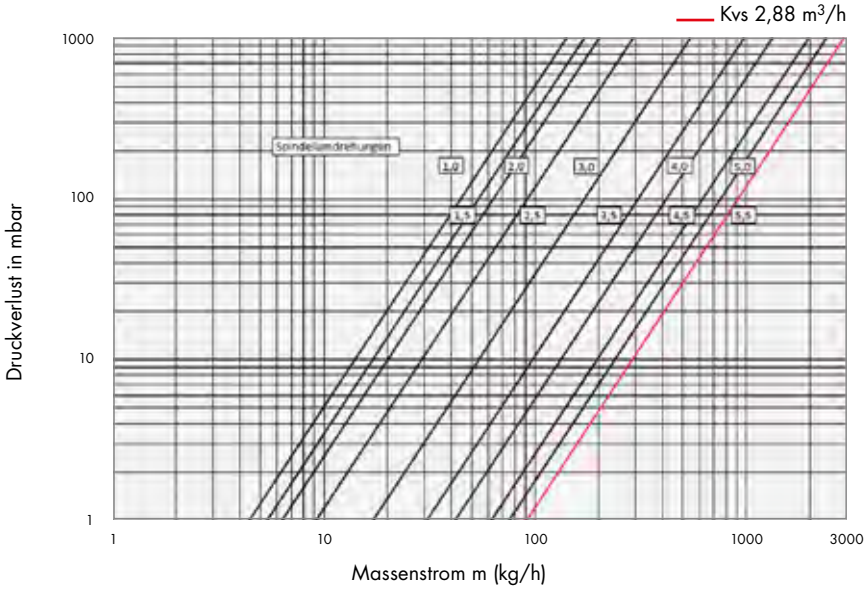

Für den Einsatz von Flächenheizungen ist die Einstellung Δp-c zu bevorzugen.

## Armaturen

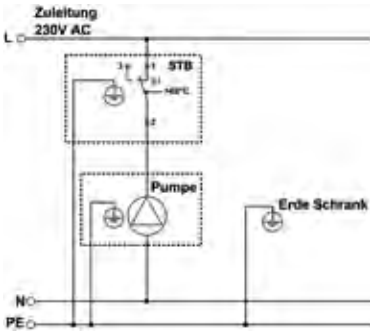
**Heimeier Thermostatkopf K**

- Flüssigkeitsfühler als Tauchfühler mit 2 m Kapillarrohr
- Merkzahl 20–30–40–50 Sollwertbereich 20 °C – 50 °C
- Anschlussgewinde M 30 x 1,5

## Druckverlustdiagramm Regulierventile




## STB (Jumo)




## Verteilerschränke für Heizkreisverteiler mit Festwertregelset

| Baugruppe | UP-Schrank | AP-Schrank |
|---|---|---|
| Heizkreisverteiler 3-fach mit Festwertregelset | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 4-fach mit Festwertregelset | Größe 4 | Größe 4 |
| Heizkreisverteiler 5-fach mit Festwertregelset | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 6-fach mit Festwertregelset | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 7-fach mit Festwertregelset | Größe 5 | Größe 5 |
| Heizkreisverteiler 8-fach mit Festwertregelset | Größe 6 | Größe 6 |
| Heizkreisverteiler 9-fach mit Festwertregelset | Größe 6 | Größe 6 |
| Heizkreisverteiler 10-fach mit Festwertregelset | Größe 6 | Größe 6 |
| Heizkreisverteiler 11-fach mit Festwertregelset | Größe 7 | auf Anfrage |
| Heizkreisverteiler 12-fach mit Festwertregelset | Größe 7 | auf Anfrage |

# Druckprüfung von **PRINETO** Flächenheizungsinstallationen



## Druckprüfung nach DIN EN 1264-4

Die Heizkreise von Flächenheizungen müssen nach Fertigstellung und vor dem Aufbringen einer Überdeckung durch eine Wasserdruckprobe nach **DIN EN 1264 Teil 4** auf Dichtheit geprüft werden. Die Prüfung ist zu protokollieren und vom Auftraggeber und Ausführenden zu unterzeichnen.

Bei Standardsystemen darf der Prüfdruck nicht weniger als 4 bar und nicht mehr als 6 bar betragen. Dieser Druck muss auf die Rohre während der Einbringung des Estrichs aufrechterhalten werden. Bei Gussasphalt müssen die Rohre während des Einbringens des Asphaltes drucklos sein (bei Verwendung von Gussasphalt ist eine Ausgleichsschüttung mit mind. 10 mm Rohrüberdeckung und eine Dämmplatte (z. B. Knauf Fasoperl A8) zu verlegen).

Die Werkstoffeigenschaften der Kunststoffrohre führen bei der Druckprüfung zu einer Dehnung des Rohres, wodurch der Druck abfällt. Auch Temperaturänderungen verfälschen das Prüfergebnis. Darum sollte bei der Druckprüfung eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Prüfmediums angestrebt werden und der Ausgangsdruck muss nach der Rohrdehnung mehrmals wiederhergestellt werden. Die Druckprobe mit Wasser ist folgendermaßen durchzuführen:

1. Die Heizkreisverteiler werden vom restlichen Heizungssystem durch Schließen der Absperreinrichtungen getrennt.
2. Jeder Heizkreis wird einzeln mit Wasser über den Vorlaufverteilerbalken gefüllt bis er absolut luftfrei ist. Dazu sind die Thermostatventile und Regulierventile oder Topmeter einzeln vollständig zu öffnen und zu schließen.
3. Sind alle Heizkreise befüllt, muss die Verbindung zur Befülleinrichtung (z. B. Wasserversorgungsnetz) entsprechend DIN 1717 unterbrochen werden.
4. Alle Thermostatventile und Regulierventile oder Topmeter werden geöffnet.
5. Vorbereitung der Prüfung durch Beaufschlagung des gesamten Systems mit dem Prüfdruck. Der Ausgangsdruck wird nach einer halben Stunde und nochmals nach einer weiteren halben Stunde wiederhergestellt. Nach einer weiteren halben Stunde (1,5 Stunden seit Beginn) beginnt die Prüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!).
6. Sichtprüfung aller Verbindungen.
7. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 24 Stunden der Druckabfall kleiner als 1,5 bar ist und keine Undichtheiten festgestellt werden.

**HINWEIS**

Wenn Verteiler mit Flowmetern montiert wurden, darf der Prüfdruck 6 bar nicht überschreiten! Verteiler mit Regulierventilen halten einem Druck von bis zu 10 bar stand!

**TIPP**

Wir empfehlen (entsprechend „alter" DIN 18380 von 12-2002) nach der Kaltwasserdruckprobe die Anlage aufzuheizen und bei der höchstzulässigen Betriebstemperatur auf Dichtheit zu prüfen. Die Erwärmung der Rohre baut die Verlegespannungen ab. Zur Estrichverlegung muss der Prüfdruck wieder aufgebaut werden.

**HINWEIS**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen wie die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes getroffen werden. Wenn für den Normalbetrieb der Anlage kein weiterer Frostschutz erforderlich ist, müssen die Frostschutzmittel durch Entleeren und Spülen mit mindestens dreimaligem Wasserwechsel entfernt werden.

# Druckprüfung von **PRINETO** Flächenheizungsinstallationen



## Druckprüfprotokoll für Flächenheizungsinstallationen nach DIN EN 1264-4

**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Heizkreisverteiler

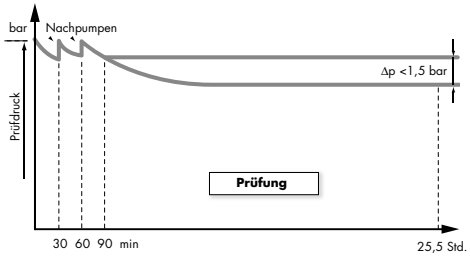
14 _____

16 _____

17 _____

20 _____

25 _____




## Vorbereitung (Dauer 90 Minuten)

Beginn _____ Uhr

Ende _____ Uhr

Prüfdruck _____ bar
(min. 4 bar, max. 6 bar)

Druck nach 90 Minuten _____ bar
(Beginn der Prüfung)

**HINWEIS**

Die Temperatur des Prüfmediums sollte möglichst konstant gehalten werden. Leitungen mit Wasser füllen. Leitungen vollständig entlüften.

## Prüfung (Dauer 24 Stunden)

Beginn _____ Uhr

Ende _____ Uhr

Prüfdruck zu Beginn der Prüfung _____ bar

Prüfdruck nach 24 Stunden _____ bar

Druckabfall (max. 1,5 bar) _____ bar

## Ergebnisse der Prüfung

Druckprüfung bestanden ☐ ja ☐ nein

Sichtkontrolle bestanden ☐ ja ☐ nein

Undichtigkeiten festgestellt ☐ ja ☐ nein

Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

# Installationsprüfung von **PRINETO** Flächenheizungsinstallationen



## Hydraulischer Abgleich

Der Auftragnehmer hat die Anlagenteile so einzustellen, dass die geplanten Funktionen und Leistungen erbracht und die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden.

Um in Heizkreisen mit unterschiedlich hohen Gesamtdruckverlusten eine gleichmäßige Wassermengenverteilung zu erzielen, müssen die Heizkreise jedes einzelnen Verteilers untereinander hydraulisch abgeglichen werden. Basis dazu sind die rechnerisch ermittelten Massenströme und Druckverluste der Heizkreise mit haustechnischer Planungssoftware (z.B. liNear oder Dendrit). Der Abgleich ist so vorzunehmen, dass auch bei Raumtemperaturabsenkung oder Betriebspausen alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf mit Heizwasser versorgt werden. Der hydraulische Abgleich wird nach dem Füllen und Entlüften aller Heizkreise vorgenommen.

Sind die Heizkreise an einem Verteiler aufeinander abgestimmt, müssen die Verteiler bei größeren Gebäuden in ein Gesamtrohrnetz mit eingebunden werden. Zum Abgleich sind dazu zusätzliche Strangregulierventile einzubauen.

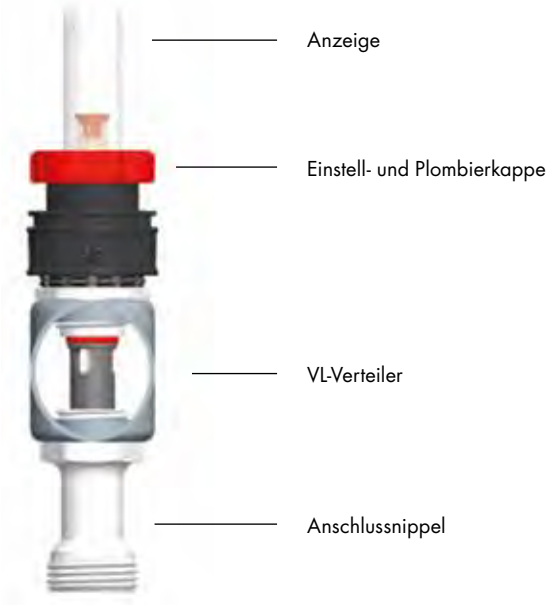
Bei Modernisierungen können auch Fördergelder in Anspruch genommen werden, wenn u.a. ein hydraulischer Abgleich bestätigt wird. Ein entsprechendes Formular kann auf www.intelligent-heizen.info eingesehen werden.

### Abgleich am Heizkreisverteiler mit Regolux Memory

Beim Verteiler mit Flowmeter, einem Regulierventil mit Volumenstromanzeige, genügen zum Abgleich die Angaben der Massenströme in Kilogramm pro Stunde. Die Werte werden geteilt durch 60, um den Volumenstrom in Liter pro Minute zu erhalten. Der Flowmeter des betreffenden Heizkreises wird auf den jeweiligen Wert eingestellt.

Der hydraulische Abgleich bzw. die Einregulierung der Heizwassermenge (Massenstrom) erfolgt durch Verdrehen der roten Einstell- und Plombierkappe am Vorlauf-Flowmeter. Dazu sind alle Thermostatventile im Rücklauf vollständig zu öffnen und die Heizkreispumpe ist einzuschalten.

Die Einstellung des jeweiligen Volumenstromes (Wert der FBH-Auslegung entnehmen) in Liter pro Minute ist direkt vom Öffnungsgrad des Ventils abhängig und erfolgt durch Verdrehen der Einstell- und Plombierkappe bei laufender Umwälzpumpe. Am Schauglas kann der eingestellte Wert sofort abgelesen werden. Nach der Einregulierung aller Heizkreise müssen gegebenenfalls die ersten Einstellungen nochmals korrigiert werden. Zeigen alle Flowmeter den für den jeweiligen Heizkreis errechneten Durchflusswert an, wird durch Verschrauben und Arretieren der schwarzen Plombierkappe der Flowmeter vor unbefugtem oder versehentlichem Verstellen geschützt.



**1.** Sicherungsschiebering nach oben ziehen und Sperrkappe mit Sicherungsschiebering nach oben drehen

**2.** Durchflusswert durch Drehen am Handrad einstellen

**3.** Sperrkappe mit Sicherungsschiebering bis Anschlag nach unten drehen

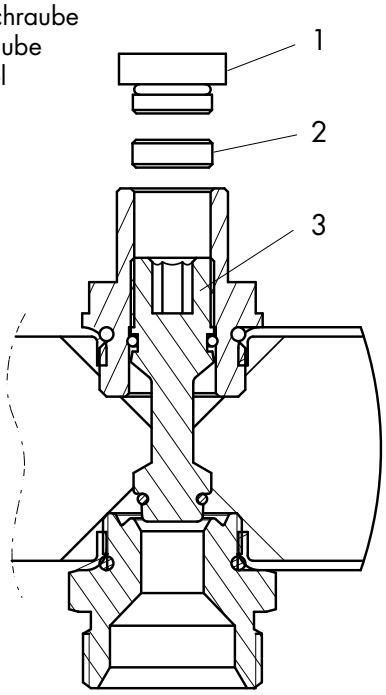
**4.** Sicherungsschiebering nach unten drücken

### Abgleich am Heizkreisverteiler mit Regulierventil

Der hydraulische Abgleich bzw. die Einregulierung der Heizwassermenge (Druckverlustdifferenz und Massenstrom) erfolgt an den Regulierventilen im Vorlauf. Durch Drehung der Ventilspindel wird der Druckverlust Δp des aktuellen Heizkreises dem Druckverlust des ungünstigsten (höchster Druckverlust) Heizkreises $\Delta p_{max.}$ dieses Verteilers angepasst. Der erforderliche Massenstrom des jeweiligen Heizkreises ist dabei zu berücksichtigen.

$$Kv = m : \sqrt{(10 \times \Delta p)}$$
m in [kg/h] ; Δp in [Pa]

(1) Verschlussschraube
(2) Einstellschraube
(3) Ventilspindel




- Verschlussschraube (1) mit Sechskantschlüssel 5 mm öffnen
- Ventilspindel (3) mit Sechskantschlüssel 5 mm im Uhrzeigersinn schließen
- Einstellschraube (2) mit Sechskantschlüssel 6 mm im Uhrzeigersinn schließen, bis Schraube gegen die Ventilspindel stößt = Nullstellung
- Einstellschraube (2) mit Sechskantschlüssel 6 mm gemäß ermittelter Anzahl Spindelumdrehungen (Druckverlustdifferenz und Massenstrom aus der FBH-Auslegung ergeben im Druckverlustdiagramm diesen Wert) gegen den Uhrzeigersinn öffnen
- Damit ist der Einstellwert unverlierbar eingestellt – auch wenn das Ventil wieder geschlossen wird
- Ventilspindel (3) mit Sechskantschlüssel 5 mm gegen den Uhrzeigersinn öffnen, bis die Spindel die Einstellschraube (2) erreicht
- Verschlussschraube (1) mittels Sechskantschlüssel 5 mm schließen

Der abzudrosselnde Differenzdruck Δp wird bei Neubauten rechnerisch mit dem benötigten Massenstrom m ermittelt. Aus diesen beiden Größen ergibt sich der benötigte Kv-Wert am Ventil.

Die Anzahl der Spindelumdrehungen kann aus dem Diagramm abgelesen werden.

Beispiel für einen Heizkreis:

Druckverlust ungünstigster Heizkreis
Δp, max. = 200 hPa (= 20 kPa)

Druckverlust abzugleichender Heizkreis
Δp = 125 hPa (= 12,5 kPa)

Massenstrom abzugleichender Heizkreis:

m = 95 kg/h

Abzugleichende Druckdifferenz:

Δp, diff. = 75 hPa (= 7,5 kPa) bei 95 kg/h Massenstrom

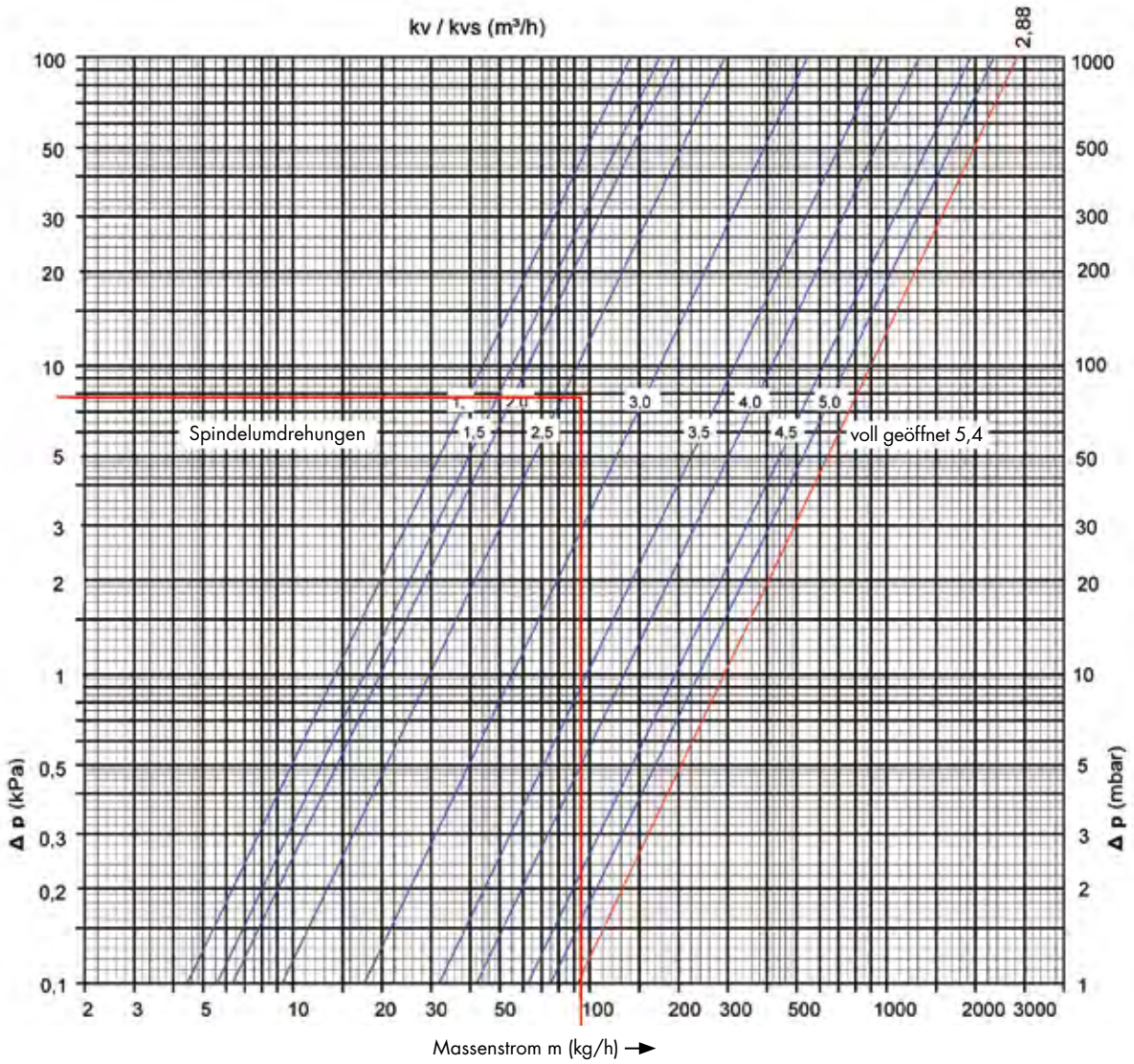
$$Kv = 95\ kg/h : \sqrt{(10 \cdot 7500\ Pa)} = 0{,}35$$
(entspricht ca. 2,75 Umdrehungen, vgl. Diagramm)

Man sollte beachten, dass der Druckverlust am Ventil nicht über 20 kPa beträgt (Schallgrenze). An den Thermostatventilen soll die Ventilautorität Pv (Δp, diff : Δp, max.) zwischen 0,3 – 0,7 liegen.

# Installationsprüfung von **PRINETO** Flächenheizungsinstallationen



**Druckverlustdiagramm für mechanische Regulierventile (in Vorlauf)**




**Ablesebeispiel:**
Massenstrom m = 95 kg/h und Δp, diff. = 7,5 kPa → Ventil ca. 2,75 Spindelumdrehungen öffnen

## Funktionsprüfung von **PRINETO** Fußbodenheizungsinstallationen

Das Funktionsheizen gemäß DIN EN 1264-4 darf bei Zementestrichen erst 21 Tage nach dem Einbau des Estrichs oder nach den Angaben des Herstellers und bei Calciumsulfat-Estrichen frühestens nach 7 Tagen durchgeführt werden. Das Funktionsheizen beginnt mit einer Vorlauftemperatur zwischen 20 °C und 25 °C, die mindestens 3 Tage aufrechtzuerhalten ist. Anschließend muss die maximale Auslegungstemperatur eingestellt und mindestens 4 Tage auf diesem Wert gehalten werden.

Das Aufheizen sollte jedoch nicht schneller als 5 K Temperaturerhöhung pro Tag erfolgen.

Der Ablauf ist in einem Protokoll zu dokumentieren und dieses dem Auftraggeber zu übergeben.

# Installationsprüfung von **PRINETO** Flächenheizungsinstallationen



- Funktionsheizprotokoll nach DIN EN 1264-4 für nassverlegte Fußbodenheizungen der Bauart A (DIN 18560)

**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Heizungsbauer:** _____

**Estrichleger:** _____

Estrichart _____ ☐ Calciumsulfatestrich (CA) ☐ Zementestrich (CT) ☐ Calciumsulfat-Fließestrich CAF

Estrichzusatzmittel _____ Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse (DIN EN 13813) _____

Gesamtestrichdicke (inkl. Rohrdurchmesser) _____ mm

**Abschluss der Estricharbeiten am** _____

Ruhephase des Zementestrichs 21 Tage  Ruhephase des Calciumsulfatestrichs 7 Tage

| | Datum Beginn | Soll VL-Temp. (°C) | Ist VL-Temp. (°C) | Mindestzeitraum | Datum Ende |
|---|---|---|---|---|---|
| Anheizen | → | 20 | → | | |
| | | 25 | → | 3 Tage halten | → |
| Aufheizen | → | 30 | → | | |
| | | 35 | → | | |
| | | 40 | → | | |
| | | 45 | → | | → |
| Max.Heizen | → | maximale Auslegungstemp. | → | 4 Tage halten | → |
| Abheizen | → | 45 | → | | |
| | | 40 | → | | |
| | | 35 | → | | |
| | | 30 | → | | |
| | | 25 | → | | |
| | | 20 | → | Fertigstellung | → |

Übergabe für weitere Baumaßnahmen

Außentemperatur: _____ °C  Anlage in Betrieb: ☐ ja ☐ nein  Vorlauftemperatur: _____ °C

Bemerkungen: _____

_____ _____ _____

Ort, Datum  Unterschrift Prüfer  Unterschrift Bauherr o. Vertreter

## Auslastungstabellen zur Massenermittlung und Auslegung

Auf Grundlage der Diagramme der wärmetechnischen Prüfungen (ab S. 218) der ***PRINETO*** Flächenheizungssysteme wurden Tabellen zur überschlägigen Auslegung einer Fußbodenheizung und zur Massenermittlung erstellt. Sie sind untergliedert nach dem jeweiligen Fußboden-Heizsystem und nach den Wärmeleitwiderständen der Bodenbeläge. Die Tabellen beziehen sich auf eine Spreizung von 5 K, der maximale Druckverlust wurde auf 250 hPa begrenzt. Für die Ausführung – die Auslastungstabellen zur Massenermittlung und Auslegung des hydraulischen Abgleichs – müssen jedoch genauere Berechnungen (liNear oder Dendrit) durchgeführt werden. Aus diesen Tabellen kann in Abhängigkeit von Fußbodenoberbelag, Rauminnentemperatur, Rohr-Verlegeabstand und mittlerer Heizwassertemperatur die Wärmestromdichte, die mittlere Fußboden-Oberflächentemperatur und die maximale Heizkreisfläche entnommen werden. Wir empfehlen die Heizkreisflächen kleiner als 40 m² zu halten.

Wird die zulässige mittlere Fußboden-Oberflächentemperatur von 29 °C (in Bädern 33 °C) überschritten, sind die betroffenen Felder rot markiert. Diese dürfen zur Auslegung nicht verwendet werden.

PRINETO®

**Auslastungstabelle Dünnschichtsystem 12 x 2,0** (10 mm Rohrüberdeckung mit KNAUF 425 mit 1,40 W/mK, direkter Bodenverbund ohne Dämmung gegen beheizten Raum, RA Unterboden 0,75 m²K/W)

Spreizung: 5,0 K; Δp: 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,0 m²*K/W** (ohne Belag)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 27 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 33 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 36 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| `= 15 °C | 5 | 20,0 | 114 | 25,1 | 3,4 | 142 | 27,4 | 2,9 | 170 | 29,6 | 2,6 | 199 | 31,8 | 2,3 |
| | 10 | 10,0 | 95 | 23,6 | 4,8 | 118 | 25,5 | 4,2 | 142 | 27,4 | 3,7 | 166 | 29,2 | 3,3 |
| | 15 | 6,7 | 79 | 22,3 | 6,2 | 99 | 23,9 | 5,3 | 119 | 25,5 | 4,7 | 139 | 27,1 | 4,3 |
| | 20 | 5,0 | 67 | 21,2 | 7,6 | 83 | 22,6 | 6,5 | 100 | 24,0 | 5,8 | 117 | 25,4 | 5,2 |
| | 25 | 4,0 | 57 | 20,4 | 9,0 | 72 | 21,7 | 7,7 | 86 | 22,9 | 6,8 | 101 | 24,0 | 6,1 |
| `= 18 °C | 5 | 20,0 | 85 | 25,8 | 4,0 | 114 | 28,1 | 3,3 | 142 | 30,4 | 2,9 | 170 | 32,6 | 2,6 |
| | 10 | 10,0 | 71 | 24,6 | 5,7 | 95 | 26,6 | 4,7 | 118 | 28,5 | 4,1 | 142 | 30,4 | 3,6 |
| | 15 | 6,7 | 59 | 23,6 | 7,3 | 79 | 25,3 | 6,0 | 99 | 26,9 | 5,2 | 119 | 28,5 | 4,6 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 22,8 | 8,9 | 67 | 24,2 | 7,4 | 83 | 25,6 | 6,4 | 100 | 27,0 | 5,6 |
| | 25 | 4,0 | 43 | 22,2 | 10,5 | 57 | 23,4 | 8,6 | 72 | 24,7 | 7,5 | 86 | 25,9 | 6,6 |
| `= 20 °C | 5 | 20,0 | 66 | 26,2 | 4,6 | 95 | 28,6 | 3,7 | 123 | 30,9 | 3,1 | 151 | 33,1 | 2,7 |
| | 10 | 10,0 | 55 | 25,2 | 6,6 | 79 | 27,3 | 5,2 | 103 | 29,2 | 4,4 | 126 | 31,1 | 3,9 |
| | 15 | 6,7 | 46 | 24,5 | 8,4 | 66 | 26,2 | 6,7 | 86 | 27,8 | 5,6 | 106 | 29,5 | 4,9 |
| | 20 | 5,0 | 39 | 23,8 | 10,2 | 56 | 25,3 | 8,1 | 72 | 26,7 | 6,9 | 89 | 28,1 | 6,0 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 23,3 | 11,9 | 48 | 24,6 | 9,5 | 62 | 25,8 | 8,0 | 77 | 27,1 | 7,0 |
| `= 22 °C | 5 | 20,0 | 47 | 26,6 | 5,5 | 76 | 29,0 | 4,2 | 104 | 31,3 | 3,4 | 132 | 33,6 | 2,9 |
| | 10 | 10,0 | 39 | 25,9 | 7,8 | 63 | 27,9 | 5,9 | 87 | 29,9 | 4,8 | 110 | 31,8 | 4,2 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 25,3 | 9,9 | 53 | 27,0 | 7,5 | 73 | 28,7 | 6,2 | 92 | 30,4 | 5,3 |
| | 20 | 5,0 | 28 | 24,8 | 12,0 | 44 | 26,3 | 9,1 | 61 | 27,8 | 7,5 | 78 | 29,2 | 6,4 |
| | 25 | 4,0 | 24 | 24,5 | 14,0 | 38 | 25,8 | 10,6 | 53 | 27,0 | 8,7 | 67 | 28,3 | 7,5 |
| `= 24 °C | 5 | 20,0 | 28 | 26,9 | 7,2 | 57 | 29,4 | 4,8 | 85 | 31,8 | 3,8 | 114 | 34,1 | 3,2 |
| | 10 | 10,0 | 24 | 26,4 | 10,1 | 47 | 28,6 | 6,8 | 71 | 30,6 | 5,4 | 95 | 32,6 | 4,5 |
| | 15 | 6,7 | 20 | 26,1 | 12,6 | 40 | 27,9 | 8,6 | 59 | 29,6 | 6,8 | 79 | 31,3 | 5,7 |
| | 20 | 5,0 | 17 | 25,8 | 15,1 | 33 | 27,3 | 10,4 | 50 | 28,8 | 8,2 | 67 | 30,2 | 6,9 |
| | 25 | 4,0 | 14 | 25,5 | 17,3 | 29 | 26,9 | 12,0 | 43 | 28,2 | 9,5 | 57 | 29,4 | 8,1 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C  für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

**Auslastungstabelle Dünnschichtsystem 12 x 2,0** (10 mm Rohrüberdeckung mit KNAUF 425 mit 1,40 W/mK, direkter Bodenverbund ohne Dämmung gegen beheizten Raum, RΛ Unterboden 0,75 m²K/W)

Spreizung: 5,0 K; Δp: 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,015 m²*K/W** (Naturstein, Fliesen, Feinsteinzeug)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 27 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 33 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 36 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 5 | 20,0 | 114 | 25,1 | 3,4 | 142 | 27,4 | 2,9 | 152 | 28,2 | 2,8 | 177 | 30,1 | 2,5 |
| | 10 | 10,0 | 95 | 23,6 | 4,8 | 118 | 25,5 | 4,2 | 129 | 26,3 | 3,9 | 150 | 28,0 | 3,5 |
| | 15 | 6,7 | 79 | 22,3 | 6,2 | 99 | 23,9 | 5,3 | 109 | 24,7 | 5,0 | 127 | 26,2 | 4,5 |
| | 20 | 5,0 | 67 | 21,2 | 7,6 | 83 | 22,6 | 6,5 | 91 | 23,3 | 6,1 | 106 | 24,5 | 5,5 |
| | 25 | 4,0 | 57 | 20,4 | 9,0 | 72 | 21,7 | 7,7 | 79 | 22,3 | 7,1 | 92 | 23,4 | 6,4 |
| ≤ 18 °C | 5 | 20,0 | 85 | 25,8 | 4,0 | 114 | 28,1 | 3,3 | 127 | 29,2 | 3,1 | 152 | 31,2 | 2,7 |
| | 10 | 10,0 | 71 | 24,6 | 5,7 | 95 | 26,6 | 4,7 | 107 | 27,6 | 4,3 | 129 | 29,3 | 3,8 |
| | 15 | 6,7 | 59 | 23,6 | 7,3 | 79 | 25,3 | 6,0 | 91 | 26,3 | 5,5 | 109 | 27,7 | 4,9 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 22,8 | 8,9 | 67 | 24,2 | 7,4 | 76 | 25,0 | 6,7 | 91 | 26,3 | 5,9 |
| | 25 | 4,0 | 43 | 22,2 | 10,5 | 57 | 23,4 | 8,6 | 66 | 24,2 | 7,8 | 79 | 25,3 | 6,9 |
| ≤ 20 °C | 5 | 20,0 | 66 | 26,2 | 4,6 | 95 | 28,6 | 3,7 | 110 | 29,8 | 3,3 | 135 | 31,8 | 2,9 |
| | 10 | 10,0 | 55 | 25,2 | 6,6 | 79 | 27,3 | 5,2 | 93 | 28,4 | 4,7 | 114 | 30,2 | 4,1 |
| | 15 | 6,7 | 46 | 24,5 | 8,4 | 66 | 26,2 | 6,7 | 79 | 27,2 | 5,9 | 97 | 28,8 | 5,2 |
| | 20 | 5,0 | 39 | 23,8 | 10,2 | 56 | 25,3 | 8,1 | 66 | 26,2 | 7,2 | 81 | 27,4 | 6,3 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 23,3 | 11,9 | 48 | 24,6 | 9,5 | 57 | 25,4 | 8,4 | 70 | 26,5 | 7,3 |
| ≤ 22 °C | 5 | 20,0 | 47 | 26,6 | 5,5 | 76 | 29,0 | 4,2 | 93 | 30,4 | 3,6 | 118 | 32,5 | 3,1 |
| | 10 | 10,0 | 39 | 25,9 | 7,8 | 63 | 27,9 | 5,9 | 79 | 29,2 | 5,1 | 100 | 31,0 | 4,4 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 25,3 | 9,9 | 53 | 27,0 | 7,5 | 67 | 28,2 | 6,4 | 85 | 29,8 | 5,5 |
| | 20 | 5,0 | 28 | 24,8 | 12,0 | 44 | 26,3 | 9,1 | 56 | 27,3 | 7,8 | 71 | 28,6 | 6,7 |
| | 25 | 4,0 | 24 | 24,5 | 14,0 | 38 | 25,8 | 10,6 | 48 | 26,6 | 9,1 | 62 | 27,8 | 7,8 |
| ≤ 24 °C | 5 | 20,0 | 28 | 26,9 | 7,2 | 57 | 29,4 | 4,8 | 76 | 31,0 | 4,0 | 101 | 33,1 | 3,4 |
| | 10 | 10,0 | 24 | 26,4 | 10,1 | 47 | 28,6 | 6,8 | 64 | 30,0 | 5,7 | 86 | 31,8 | 4,8 |
| | 15 | 6,7 | 20 | 26,1 | 12,6 | 40 | 27,9 | 8,6 | 55 | 29,2 | 7,1 | 73 | 30,7 | 6,0 |
| | 20 | 5,0 | 17 | 25,8 | 15,1 | 33 | 27,3 | 10,4 | 46 | 28,4 | 8,6 | 61 | 29,7 | 7,2 |
| | 25 | 4,0 | 14 | 25,5 | 17,3 | 29 | 26,9 | 12,0 | 40 | 27,9 | 9,9 | 53 | 29,0 | 8,4 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C  für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

PRINETO®

**Auslastungstabelle Dünnschichtsystem 12 x 2,0** (10 mm Rohrüberdeckung mit KNAUF 425 mit 1,40 W/mK, direkter Bodenverbund ohne Dämmung gegen beheizten Raum, RΛ Unterboden 0,75 m²K/W)

Spreizung: 5,0 K; Δp: 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,05 m²*K/W** (Parkett, Nadelfilz, Kunstfaser)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 27 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 33 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 36 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 5 | 20,0 | 78 | 22,2 | 4,2 | 97 | 23,8 | 3,6 | 117 | 25,3 | 3,2 | 136 | 26,9 | 2,9 |
| | 10 | 10,0 | 66 | 21,2 | 5,9 | 83 | 22,6 | 5,1 | 99 | 23,9 | 4,5 | 116 | 25,3 | 4,1 |
| | 15 | 6,7 | 57 | 20,4 | 7,4 | 72 | 21,7 | 6,4 | 86 | 22,9 | 5,6 | 100 | 24,0 | 5,1 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 19,8 | 8,9 | 62 | 20,8 | 7,6 | 75 | 21,9 | 6,7 | 87 | 22,9 | 6,1 |
| | 25 | 4,0 | 43 | 19,2 | 10,4 | 54 | 20,2 | 8,9 | 65 | 21,1 | 7,8 | 76 | 22,0 | 7,1 |
| ≤ 18 °C | 5 | 20,0 | 58 | 23,5 | 5,0 | 78 | 25,2 | 4,1 | 97 | 26,8 | 3,5 | 117 | 28,3 | 3,1 |
| | 10 | 10,0 | 50 | 22,7 | 7,0 | 66 | 24,2 | 5,8 | 83 | 25,6 | 5,0 | 99 | 26,9 | 4,4 |
| | 15 | 6,7 | 43 | 22,2 | 8,7 | 57 | 23,4 | 7,2 | 72 | 24,7 | 6,2 | 86 | 25,9 | 5,5 |
| | 20 | 5,0 | 37 | 21,7 | 10,4 | 50 | 22,8 | 8,6 | 62 | 23,8 | 7,4 | 75 | 24,9 | 6,6 |
| | 25 | 4,0 | 33 | 21,2 | 12,1 | 43 | 22,2 | 9,9 | 54 | 23,2 | 8,6 | 65 | 24,1 | 7,6 |
| ≤ 20 °C | 5 | 20,0 | 45 | 24,4 | 5,7 | 65 | 26,1 | 4,5 | 84 | 27,7 | 3,8 | 104 | 29,3 | 3,3 |
| | 10 | 10,0 | 39 | 23,8 | 7,9 | 55 | 25,2 | 6,3 | 72 | 26,6 | 5,4 | 88 | 28,0 | 4,7 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 23,3 | 9,9 | 48 | 24,6 | 7,9 | 62 | 25,8 | 6,7 | 77 | 27,1 | 5,8 |
| | 20 | 5,0 | 29 | 22,9 | 11,8 | 41 | 24,0 | 9,4 | 54 | 25,1 | 7,9 | 66 | 26,2 | 7,0 |
| | 25 | 4,0 | 25 | 22,6 | 13,6 | 36 | 23,6 | 10,8 | 47 | 24,5 | 9,2 | 58 | 25,5 | 8,0 |
| ≤ 22 °C | 5 | 20,0 | 32 | 25,2 | 6,7 | 52 | 26,9 | 5,1 | 71 | 28,6 | 4,2 | 91 | 30,2 | 3,6 |
| | 10 | 10,0 | 28 | 24,8 | 9,4 | 44 | 26,3 | 7,1 | 61 | 27,7 | 5,8 | 77 | 29,1 | 5,0 |
| | 15 | 6,7 | 24 | 24,5 | 11,6 | 38 | 25,8 | 8,8 | 53 | 27,0 | 7,2 | 67 | 28,2 | 6,2 |
| | 20 | 5,0 | 21 | 24,2 | 13,7 | 33 | 25,3 | 10,4 | 46 | 26,4 | 8,6 | 58 | 27,5 | 7,4 |
| | 25 | 4,0 | 18 | 23,9 | 15,8 | 29 | 24,9 | 12,0 | 40 | 25,9 | 9,9 | 51 | 26,8 | 8,5 |
| ≤ 24 °C | 5 | 20,0 | 19 | 26,0 | 8,5 | 39 | 27,8 | 5,8 | 58 | 29,5 | 4,6 | 78 | 31,2 | 3,9 |
| | 10 | 10,0 | 17 | 25,7 | 11,8 | 33 | 27,3 | 8,1 | 50 | 28,7 | 6,4 | 66 | 30,2 | 5,4 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 25,5 | 14,4 | 29 | 26,9 | 10,0 | 43 | 28,2 | 7,9 | 57 | 29,4 | 6,7 |
| | 20 | 5,0 | 12 | 25,4 | 16,9 | 25 | 26,5 | 11,8 | 37 | 27,7 | 9,4 | 50 | 28,8 | 7,9 |
| | 25 | 4,0 | 11 | 25,2 | 19,2 | 22 | 26,2 | 13,5 | 33 | 27,2 | 10,8 | 43 | 28,2 | 9,1 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

**Auslastungstabelle Dünnschichtsystem 12 x 2,0** (10 mm Rohrüberdeckung mit KNAUF 425 mit 1,40 W/mK, direkter Bodenverbund ohne Dämmung gegen beheizten Raum, RA Unterboden 0,75 m²K/W)

Spreizung: 5,0 K; Δp: 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,10 m²*K/W** (Teppichboden, Schlingenware)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 27 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 33 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 36 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 5 | 20,0 | 57 | 20,4 | 5,0 | 72 | 21,7 | 4,3 | 86 | 22,9 | 3,8 | 101 | 24,0 | 3,4 |
| | 10 | 10,0 | 50 | 19,8 | 6,9 | 63 | 20,9 | 5,9 | 76 | 22,0 | 5,2 | 88 | 23,0 | 4,7 |
| | 15 | 6,7 | 45 | 19,3 | 8,5 | 56 | 20,3 | 7,3 | 67 | 21,3 | 6,4 | 78 | 22,2 | 5,8 |
| | 20 | 5,0 | 40 | 18,9 | 10,0 | 50 | 19,8 | 8,6 | 60 | 20,6 | 7,5 | 70 | 21,5 | 6,8 |
| | 25 | 4,0 | 35 | 18,5 | 11,6 | 44 | 19,3 | 9,8 | 53 | 20,1 | 8,7 | 62 | 20,8 | 7,8 |
| ≤ 18 °C | 5 | 20,0 | 43 | 22,2 | 5,8 | 57 | 23,4 | 4,8 | 72 | 24,7 | 4,2 | 86 | 25,9 | 3,7 |
| | 10 | 10,0 | 38 | 21,7 | 8,0 | 50 | 22,8 | 6,6 | 63 | 23,9 | 5,7 | 76 | 25,0 | 5,1 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 21,3 | 9,9 | 45 | 22,3 | 8,1 | 56 | 23,3 | 7,0 | 67 | 24,3 | 6,2 |
| | 20 | 5,0 | 30 | 21,0 | 11,6 | 40 | 21,9 | 9,6 | 50 | 22,8 | 8,2 | 60 | 23,6 | 7,3 |
| | 25 | 4,0 | 27 | 20,7 | 13,3 | 35 | 21,5 | 10,9 | 44 | 22,3 | 9,4 | 53 | 23,1 | 8,4 |
| ≤ 20 °C | 5 | 20,0 | 34 | 23,3 | 6,6 | 48 | 24,6 | 5,3 | 62 | 25,8 | 4,5 | 77 | 27,1 | 3,9 |
| | 10 | 10,0 | 29 | 23,0 | 9,1 | 42 | 24,1 | 7,2 | 55 | 25,2 | 6,1 | 67 | 26,3 | 5,4 |
| | 15 | 6,7 | 26 | 22,6 | 11,1 | 37 | 23,7 | 8,9 | 48 | 24,7 | 7,5 | 60 | 25,6 | 6,6 |
| | 20 | 5,0 | 23 | 22,4 | 13,1 | 33 | 23,3 | 10,4 | 43 | 24,2 | 8,8 | 53 | 25,1 | 7,7 |
| | 25 | 4,0 | 21 | 22,1 | 14,9 | 29 | 23,0 | 11,9 | 38 | 23,8 | 10,1 | 47 | 24,5 | 8,8 |
| ≤ 22 °C | 5 | 20,0 | 24 | 24,5 | 7,8 | 38 | 25,8 | 5,9 | 53 | 27,0 | 4,8 | 67 | 28,3 | 4,2 |
| | 10 | 10,0 | 21 | 24,2 | 10,6 | 34 | 25,3 | 8,0 | 46 | 26,5 | 6,6 | 59 | 27,6 | 5,7 |
| | 15 | 6,7 | 19 | 24,0 | 13,0 | 30 | 25,0 | 9,8 | 41 | 26,0 | 8,1 | 52 | 27,0 | 7,0 |
| | 20 | 5,0 | 17 | 23,8 | 15,1 | 27 | 24,7 | 11,5 | 36 | 25,6 | 9,5 | 46 | 26,5 | 8,2 |
| | 25 | 4,0 | 15 | 23,6 | 17,1 | 24 | 24,4 | 13,1 | 32 | 25,2 | 10,8 | 41 | 26,0 | 9,3 |
| ≤ 24 °C | 5 | 20,0 | 14 | 25,5 | 9,6 | 29 | 26,9 | 6,7 | 43 | 28,2 | 5,3 | 57 | 29,4 | 4,5 |
| | 10 | 10,0 | 13 | 25,4 | 13,0 | 25 | 26,6 | 9,1 | 38 | 27,7 | 7,2 | 50 | 28,8 | 6,1 |
| | 15 | 6,7 | 11 | 25,2 | 15,8 | 22 | 26,3 | 11,1 | 33 | 27,3 | 8,9 | 45 | 28,3 | 7,5 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 25,1 | 18,2 | 20 | 26,1 | 12,9 | 30 | 27,0 | 10,3 | 40 | 27,9 | 8,7 |
| | 25 | 4,0 | 9 | 25,0 | 20,5 | 18 | 25,9 | 14,6 | 27 | 26,7 | 11,7 | 35 | 27,5 | 9,9 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

**Auslastungstabelle Dünnschichtsystem 12 x 2,0** (10 mm Rohrüberdeckung mit KNAUF 425 mit 1,40 W/mK, direkter Bodenverbund ohne Dämmung gegen beheizten Raum, Rλ Unterboden 0,75 m²K/W)

Spreizung: 5,0 K; Δp: 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,15 m²*K/W** (Teppich, Velours)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 27 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 33 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 36 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 5 | 20,0 | 46 | 19,4 | 5,6 | 57 | 20,4 | 4,8 | 69 | 21,4 | 4,2 | 80 | 22,4 | 3,8 |
| | 10 | 10,0 | 41 | 19,0 | 7,7 | 52 | 19,9 | 6,5 | 62 | 20,8 | 5,8 | 72 | 21,7 | 5,2 |
| | 15 | 6,7 | 37 | 18,7 | 9,3 | 47 | 19,5 | 8,0 | 56 | 20,3 | 7,0 | 65 | 21,1 | 6,3 |
| | 20 | 5,0 | 33 | 18,3 | 11,0 | 42 | 19,1 | 9,3 | 50 | 19,8 | 8,2 | 58 | 20,5 | 7,4 |
| | 25 | 4,0 | 30 | 18,0 | 12,5 | 38 | 18,7 | 10,6 | 46 | 19,4 | 9,3 | 53 | 20,1 | 8,4 |
| ≤ 18 °C | 5 | 20,0 | 34 | 21,4 | 6,5 | 46 | 22,4 | 5,4 | 57 | 23,4 | 4,7 | 69 | 24,4 | 4,1 |
| | 10 | 10,0 | 31 | 21,1 | 8,9 | 41 | 22,0 | 7,3 | 52 | 22,9 | 6,3 | 62 | 23,8 | 5,6 |
| | 15 | 6,7 | 28 | 20,8 | 10,8 | 37 | 21,7 | 8,9 | 47 | 22,5 | 7,6 | 56 | 23,3 | 6,8 |
| | 20 | 5,0 | 25 | 20,6 | 12,6 | 33 | 21,3 | 10,4 | 42 | 22,1 | 8,9 | 50 | 22,8 | 7,9 |
| | 25 | 4,0 | 23 | 20,3 | 14,3 | 30 | 21,0 | 11,7 | 38 | 21,7 | 10,1 | 46 | 22,4 | 9,0 |
| ≤ 20 °C | 5 | 20,0 | 27 | 22,7 | 7,4 | 38 | 23,7 | 5,9 | 50 | 24,8 | 5,0 | 61 | 25,7 | 4,4 |
| | 10 | 10,0 | 24 | 22,5 | 10,0 | 34 | 23,4 | 8,0 | 45 | 24,3 | 6,7 | 55 | 25,2 | 5,9 |
| | 15 | 6,7 | 22 | 22,3 | 12,1 | 31 | 23,1 | 9,6 | 40 | 24,0 | 8,2 | 50 | 24,8 | 7,1 |
| | 20 | 5,0 | 19 | 22,0 | 14,1 | 28 | 22,8 | 11,2 | 36 | 23,6 | 9,5 | 44 | 24,3 | 8,3 |
| | 25 | 4,0 | 18 | 21,9 | 15,9 | 25 | 22,6 | 12,7 | 33 | 23,3 | 10,7 | 40 | 24,0 | 9,4 |
| ≤ 22 °C | 5 | 20,0 | 19 | 24,0 | 8,6 | 31 | 25,1 | 6,5 | 42 | 26,1 | 5,4 | 53 | 27,1 | 4,6 |
| | 10 | 10,0 | 17 | 23,8 | 11,6 | 27 | 24,8 | 8,8 | 38 | 25,7 | 7,3 | 48 | 26,6 | 6,3 |
| | 15 | 6,7 | 16 | 23,7 | 13,9 | 25 | 24,5 | 10,6 | 34 | 25,4 | 8,8 | 44 | 26,2 | 7,6 |
| | 20 | 5,0 | 14 | 23,5 | 16,2 | 22 | 24,3 | 12,3 | 31 | 25,1 | 10,2 | 39 | 25,8 | 8,8 |
| | 25 | 4,0 | 13 | 23,4 | 18,2 | 20 | 24,1 | 13,9 | 28 | 24,8 | 11,5 | 35 | 25,5 | 9,9 |
| ≤ 24 °C | 5 | 20,0 | 11 | 25,3 | 10,5 | 23 | 26,4 | 7,4 | 34 | 27,4 | 5,9 | 46 | 28,4 | 5,0 |
| | 10 | 10,0 | 10 | 25,1 | 14,0 | 21 | 26,1 | 9,9 | 31 | 27,1 | 7,9 | 41 | 28,0 | 6,7 |
| | 15 | 6,7 | 9 | 25,0 | 16,7 | 19 | 26,0 | 11,9 | 28 | 26,8 | 9,5 | 37 | 27,7 | 8,1 |
| | 20 | 5,0 | 8 | 24,9 | 19,2 | 17 | 25,8 | 13,7 | 25 | 26,6 | 11,0 | 33 | 27,3 | 9,4 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 24,9 | 21,5 | 15 | 25,6 | 15,4 | 23 | 26,3 | 12,4 | 30 | 27,0 | 10,5 |

**Auslastungstabelle Tackersystem mit Flächenheizrohr 17 x 2,0**

Spreizung 5 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,015 m²K/W** (Fliesen, Stein)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | Bedarf Tacker-nadeln T | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | St/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 10 | 10,0 | 20 | 88 | 23,0 | 11,5 | 117 | 25,4 | 9,6 | 147 | 27,8 | 8,3 | 176 | 30,1 | 7,4 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 78 | 22,2 | 14,3 | 104 | 24,3 | 11,9 | 130 | 26,4 | 10,3 | 156 | 28,5 | 9,2 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 67 | 21,3 | 17,2 | 90 | 23,2 | 14,4 | 112 | 25,0 | 12,5 | 135 | 26,8 | 11,1 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 59 | 20,6 | 20,1 | 78 | 22,2 | 16,8 | 98 | 23,8 | 14,5 | 118 | 25,4 | 12,9 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 51 | 19,8 | 23,3 | 67 | 21,3 | 19,4 | 84 | 22,7 | 16,8 | 101 | 24,1 | 15,0 |
| ≤ 18 °C | 10 | 10,0 | 20 | 70 | 24,5 | 13,1 | 100 | 27,0 | 10,5 | 129 | 29,4 | 9,0 | 159 | 31,7 | 7,9 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 62 | 23,9 | 16,2 | 88 | 26,1 | 13,0 | 115 | 28,2 | 11,1 | 141 | 30,3 | 9,8 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 54 | 23,1 | 19,4 | 76 | 25,0 | 15,7 | 99 | 26,9 | 13,3 | 121 | 28,7 | 11,7 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 47 | 22,5 | 22,6 | 67 | 24,2 | 18,3 | 86 | 25,9 | 15,6 | 106 | 27,5 | 13,7 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 40 | 21,9 | 26,1 | 57 | 23,4 | 21,1 | 74 | 24,9 | 18,0 | 91 | 26,3 | 15,8 |
| ≤ 20 °C | 10 | 10,0 | 20 | 59 | 25,5 | 14,4 | 88 | 28,0 | 11,3 | 117 | 30,4 | 9,4 | 147 | 32,8 | 8,2 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 52 | 25,0 | 17,8 | 78 | 27,2 | 14,0 | 104 | 29,3 | 11,7 | 130 | 31,4 | 10,2 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 45 | 24,3 | 21,4 | 67 | 26,3 | 16,7 | 90 | 28,2 | 14,0 | 112 | 30,0 | 12,2 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 39 | 23,8 | 24,8 | 59 | 25,6 | 19,5 | 78 | 27,2 | 16,3 | 98 | 28,8 | 14,3 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 34 | 23,3 | 28,6 | 51 | 24,8 | 22,5 | 67 | 26,3 | 18,9 | 84 | 27,7 | 16,5 |
| ≤ 22 °C | 10 | 10,0 | 20 | 47 | 26,5 | 16,2 | 76 | 29,0 | 12,2 | 106 | 31,5 | 10,0 | 135 | 33,8 | 8,6 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 42 | 26,1 | 20,0 | 68 | 28,3 | 15,0 | 94 | 30,5 | 12,4 | 120 | 32,6 | 10,7 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 36 | 25,6 | 23,9 | 58 | 27,5 | 18,0 | 81 | 29,4 | 14,8 | 103 | 31,3 | 12,8 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 31 | 25,1 | 27,6 | 51 | 26,9 | 20,9 | 71 | 28,6 | 17,2 | 90 | 30,2 | 14,9 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 27 | 24,7 | 31,7 | 44 | 26,2 | 24,1 | 61 | 27,7 | 19,9 | 77 | 29,1 | 17,2 |
| ≤ 24 °C | 10 | 10,0 | 20 | 35 | 27,5 | 18,7 | 65 | 30,0 | 13,3 | 94 | 32,5 | 10,7 | 123 | 34,9 | 9,0 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 31 | 27,1 | 23,0 | 57 | 29,4 | 16,4 | 83 | 31,6 | 13,2 | 109 | 33,8 | 11,2 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 27 | 26,7 | 27,3 | 49 | 28,7 | 19,6 | 72 | 30,7 | 15,8 | 94 | 32,5 | 13,4 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 24 | 26,4 | 31,5 | 43 | 28,2 | 22,7 | 63 | 29,9 | 18,3 | 82 | 31,5 | 15,6 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 20 | 26,1 | 35,9 | 37 | 27,6 | 26,0 | 54 | 29,1 | 21,0 | 71 | 30,6 | 17,9 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

PRINETO®

**Auslastungstabelle Tackersystem mit Flächenheizrohr 17 x 2,0**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,05 m²K/W** (Parkett, Nadelfilz, Kunstfaser)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | Bedarf Tacker-nadeln T | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | St/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| `= 15 °C | 10 | 10,0 | 20 | 71 | 21,6 | 13,0 | 95 | 23,6 | 10,8 | 118 | 25,5 | 9,4 | 142 | 27,4 | 8,4 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 63 | 20,9 | 16,1 | 84 | 22,7 | 13,4 | 105 | 24,4 | 11,6 | 126 | 26,1 | 10,4 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 56 | 20,3 | 19,0 | 75 | 21,9 | 15,8 | 94 | 23,5 | 13,7 | 112 | 25,0 | 12,2 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 50 | 19,8 | 22,0 | 66 | 21,2 | 18,3 | 83 | 22,6 | 15,9 | 100 | 24,0 | 14,1 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 44 | 19,3 | 25,0 | 59 | 20,6 | 20,8 | 74 | 21,8 | 18,0 | 88 | 23,0 | 16,1 |
| `= 18 °C | 10 | 10,0 | 20 | 57 | 23,4 | 14,7 | 81 | 25,4 | 11,8 | 104 | 27,3 | 10,1 | 128 | 29,3 | 8,9 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 50 | 22,8 | 18,1 | 71 | 24,6 | 14,6 | 92 | 26,4 | 12,5 | 113 | 28,1 | 11,0 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 45 | 22,4 | 21,4 | 64 | 24,0 | 17,2 | 82 | 25,5 | 14,7 | 101 | 27,1 | 12,9 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 40 | 21,9 | 24,6 | 56 | 23,4 | 19,9 | 73 | 24,8 | 17,0 | 90 | 26,1 | 14,9 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 35 | 21,5 | 27,9 | 50 | 22,8 | 22,6 | 65 | 24,1 | 19,2 | 79 | 25,3 | 16,9 |
| `= 20 °C | 10 | 10,0 | 20 | 47 | 24,6 | 16,2 | 71 | 26,6 | 12,7 | 95 | 28,6 | 10,6 | 118 | 30,5 | 9,2 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 42 | 24,1 | 19,9 | 63 | 25,9 | 15,6 | 84 | 27,7 | 13,1 | 105 | 29,4 | 11,4 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 37 | 23,7 | 23,4 | 56 | 25,3 | 18,4 | 75 | 26,9 | 15,4 | 94 | 28,5 | 13,5 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 33 | 23,3 | 26,9 | 50 | 24,8 | 21,2 | 66 | 26,2 | 17,8 | 83 | 27,6 | 15,5 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 29 | 23,0 | 30,4 | 44 | 24,3 | 24,0 | 59 | 25,6 | 20,2 | 74 | 26,8 | 17,6 |
| `= 22 °C | 10 | 10,0 | 20 | 38 | 25,7 | 18,1 | 62 | 27,8 | 13,6 | 85 | 29,8 | 11,2 | 109 | 31,7 | 9,7 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 34 | 25,3 | 22,2 | 55 | 27,2 | 16,8 | 76 | 29,0 | 13,8 | 97 | 30,7 | 11,9 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 30 | 25,0 | 26,0 | 49 | 26,7 | 19,7 | 67 | 28,3 | 16,3 | 86 | 29,9 | 14,0 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 27 | 24,7 | 29,8 | 43 | 26,2 | 22,7 | 60 | 27,6 | 18,7 | 76 | 29,0 | 16,2 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 24 | 24,4 | 33,6 | 38 | 25,8 | 25,6 | 53 | 27,1 | 21,2 | 68 | 28,3 | 18,3 |
| `= 24 °C | 10 | 10,0 | 20 | 28 | 26,9 | 20,7 | 52 | 29,0 | 14,8 | 76 | 31,0 | 11,9 | 100 | 33,0 | 10,1 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 25 | 26,6 | 25,4 | 46 | 28,5 | 18,2 | 67 | 30,3 | 14,7 | 88 | 32,0 | 12,5 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 22 | 26,3 | 29,6 | 41 | 28,0 | 21,4 | 60 | 29,7 | 17,2 | 79 | 31,2 | 14,7 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 20 | 26,1 | 33,8 | 37 | 27,6 | 24,5 | 53 | 29,1 | 19,8 | 70 | 30,5 | 16,9 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 18 | 25,9 | 37,8 | 32 | 27,2 | 27,6 | 47 | 28,5 | 22,4 | 62 | 29,8 | 19,1 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

DIN-CERTCO 7F101 geprüft

**Auslastungstabelle Tackersystem mit Flächenheizrohr 17 x 2,0**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,10 m²K/W** (Teppichboden, Schlingenware)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | Bedarf Tacker-nadeln T | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | St/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 10 | 10,0 | 20 | 56 | 20,3 | 14,8 | 75 | 21,9 | 12,3 | 94 | 23,5 | 10,7 | 113 | 25,0 | 9,5 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 51 | 19,9 | 18,0 | 68 | 21,3 | 15,0 | 85 | 22,8 | 13,0 | 102 | 24,2 | 11,6 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 46 | 19,4 | 21,1 | 61 | 20,8 | 17,6 | 76 | 22,1 | 15,3 | 92 | 23,3 | 13,6 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 41 | 19,0 | 24,2 | 55 | 20,2 | 20,1 | 69 | 21,4 | 17,4 | 83 | 22,6 | 15,5 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 38 | 18,7 | 27,1 | 50 | 19,8 | 22,5 | 63 | 20,9 | 19,5 | 75 | 22,0 | 17,4 |
| ≤ 18 °C | 10 | 10,0 | 20 | 45 | 22,4 | 16,6 | 64 | 24,0 | 13,4 | 83 | 25,6 | 11,4 | 101 | 27,1 | 10,0 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 41 | 22,0 | 20,2 | 58 | 23,5 | 16,3 | 75 | 24,9 | 13,9 | 92 | 26,3 | 12,3 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 37 | 21,6 | 23,6 | 52 | 23,0 | 19,1 | 67 | 24,3 | 16,3 | 83 | 25,6 | 14,3 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 33 | 21,3 | 26,9 | 47 | 22,5 | 21,8 | 61 | 23,7 | 18,6 | 75 | 24,9 | 16,4 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 30 | 21,0 | 30,1 | 43 | 22,1 | 24,4 | 55 | 23,2 | 20,8 | 68 | 24,3 | 18,3 |
| ≤ 20 °C | 10 | 10,0 | 20 | 38 | 23,7 | 18,2 | 56 | 25,3 | 14,3 | 75 | 26,9 | 12,0 | 94 | 28,5 | 10,5 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 34 | 23,4 | 22,1 | 51 | 24,9 | 17,4 | 68 | 26,3 | 14,6 | 85 | 27,8 | 12,7 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 31 | 23,1 | 25,8 | 46 | 24,4 | 20,3 | 61 | 25,8 | 17,1 | 76 | 27,1 | 14,9 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 28 | 22,8 | 29,3 | 41 | 24,0 | 23,1 | 55 | 25,2 | 19,5 | 69 | 26,4 | 17,0 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 25 | 22,6 | 32,7 | 38 | 23,7 | 25,8 | 50 | 24,8 | 21,7 | 63 | 25,9 | 19,0 |
| ≤ 22 °C | 10 | 10,0 | 20 | 30 | 25,0 | 20,2 | 49 | 26,7 | 15,3 | 68 | 28,3 | 12,6 | 86 | 29,9 | 10,9 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 27 | 24,8 | 24,5 | 44 | 26,3 | 18,6 | 61 | 27,8 | 15,4 | 78 | 29,2 | 13,3 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 24 | 24,5 | 28,5 | 40 | 25,9 | 21,7 | 55 | 27,2 | 18,0 | 70 | 28,5 | 15,5 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 22 | 24,3 | 32,3 | 36 | 25,5 | 24,7 | 50 | 26,8 | 20,4 | 63 | 28,0 | 17,7 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 20 | 24,1 | 36,0 | 33 | 25,3 | 27,5 | 45 | 26,4 | 22,8 | 58 | 27,5 | 19,8 |
| ≤ 24 °C | 10 | 10,0 | 20 | 23 | 26,3 | 23,0 | 41 | 28,0 | 16,6 | 60 | 29,7 | 13,4 | 79 | 31,2 | 11,4 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 20 | 26,1 | 27,8 | 37 | 27,7 | 20,1 | 54 | 29,2 | 16,3 | 71 | 30,6 | 13,9 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 18 | 25,9 | 32,2 | 34 | 27,3 | 23,4 | 49 | 28,7 | 19,0 | 64 | 30,0 | 16,2 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 17 | 25,8 | 36,3 | 30 | 27,0 | 26,6 | 44 | 28,3 | 21,6 | 58 | 29,5 | 18,4 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 15 | 25,6 | 40,0 | 28 | 26,8 | 29,6 | 40 | 27,9 | 24,0 | 53 | 29,0 | 20,6 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

DIN-CERTCO 7F101 geprüft

PRINETO®

**Auslastungstabelle Tackersystem mit Flächenheizrohr 17 x 2,0**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,15 m²K/W** (Teppich, Velours)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | Bedarf Tacker-nadeln T | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | St/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 10 | 10,0 | 20 | 47 | 19,5 | 16,3 | 62 | 20,8 | 13,6 | 78 | 22,2 | 11,8 | 93 | 23,5 | 10,5 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 43 | 19,2 | 19,7 | 57 | 20,4 | 16,4 | 71 | 21,6 | 14,2 | 86 | 22,8 | 12,7 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 39 | 18,8 | 22,9 | 52 | 20,0 | 19,1 | 65 | 21,1 | 16,5 | 78 | 22,2 | 14,7 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 36 | 18,5 | 25,9 | 48 | 19,6 | 21,6 | 60 | 20,6 | 18,7 | 72 | 21,6 | 16,7 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 33 | 18,3 | 28,9 | 44 | 19,3 | 24,0 | 55 | 20,2 | 20,9 | 66 | 21,2 | 18,6 |
| ≤ 18 °C | 10 | 10,0 | 20 | 37 | 21,7 | 18,2 | 53 | 23,0 | 14,7 | 68 | 24,4 | 12,6 | 84 | 25,7 | 11,1 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 34 | 21,4 | 22,0 | 49 | 22,7 | 17,8 | 63 | 23,9 | 15,2 | 77 | 25,1 | 13,4 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 31 | 21,1 | 25,5 | 44 | 22,3 | 20,6 | 58 | 23,4 | 17,6 | 71 | 24,6 | 15,5 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 29 | 20,9 | 28,8 | 41 | 22,0 | 23,3 | 53 | 23,0 | 19,9 | 64 | 24,0 | 17,6 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 26 | 20,7 | 32,0 | 37 | 21,7 | 25,9 | 48 | 22,6 | 22,1 | 59 | 23,6 | 19,5 |
| ≤ 20 °C | 10 | 10,0 | 20 | 31 | 23,1 | 19,9 | 47 | 24,5 | 15,7 | 62 | 25,8 | 13,2 | 78 | 27,2 | 11,5 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 29 | 22,9 | 24,0 | 43 | 24,2 | 18,9 | 57 | 25,4 | 15,9 | 71 | 26,6 | 13,9 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 26 | 22,7 | 27,7 | 39 | 23,8 | 21,9 | 52 | 25,0 | 18,4 | 65 | 26,1 | 16,1 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 24 | 22,4 | 31,3 | 36 | 23,5 | 24,7 | 48 | 24,6 | 20,8 | 60 | 25,6 | 18,2 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 22 | 22,3 | 34,6 | 33 | 23,3 | 27,4 | 44 | 24,3 | 23,1 | 55 | 25,2 | 20,2 |
| ≤ 22 °C | 10 | 10,0 | 20 | 25 | 24,5 | 22,0 | 40 | 26,0 | 16,8 | 56 | 27,3 | 13,9 | 72 | 28,6 | 12,0 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 23 | 24,4 | 26,5 | 37 | 25,7 | 20,2 | 51 | 26,9 | 16,7 | 66 | 28,1 | 14,4 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 21 | 24,2 | 30,5 | 34 | 25,4 | 23,3 | 47 | 26,5 | 19,3 | 60 | 27,7 | 16,7 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 19 | 24,0 | 34,3 | 31 | 25,1 | 26,3 | 43 | 26,2 | 21,8 | 55 | 27,2 | 18,9 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 18 | 23,9 | 37,9 | 29 | 24,9 | 29,2 | 40 | 25,9 | 24,2 | 50 | 26,8 | 21,0 |
| ≤ 24 °C | 10 | 10,0 | 20 | 19 | 26,0 | 24,8 | 34 | 27,4 | 18,1 | 50 | 28,8 | 14,6 | 65 | 30,1 | 12,5 |
| | 15 | 6,7 | 14 | 17 | 25,8 | 29,7 | 31 | 27,1 | 21,7 | 46 | 28,4 | 17,6 | 60 | 29,7 | 15,1 |
| | 20 | 5,0 | 10 | 16 | 25,7 | 34,2 | 29 | 26,9 | 25,1 | 42 | 28,1 | 20,4 | 55 | 29,2 | 17,4 |
| | 25 | 4,0 | 8 | 14 | 25,5 | 38,3 | 26 | 26,7 | 28,2 | 38 | 27,8 | 23,0 | 50 | 28,8 | 19,7 |
| | 30 | 3,3 | 7 | 13 | 25,4 | 40,0 | 24 | 26,5 | 31,2 | 35 | 27,5 | 25,5 | 46 | 28,5 | 21,8 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

DIN geprüft DIN-CERTCO 7F101

**Auslastungstabelle Noppenplattensystem 14**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,015 m²K/W** (Fliesen, Stein)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| `= 15 °C | 10 | 10,0 | 84 | 22,6 | 7,6 | 111 | 24,9 | 6,3 | 139 | 27,2 | 5,5 | 167 | 29,4 | 4,9 |
| | 15 | 6,7 | 72 | 21,7 | 9,5 | 96 | 23,7 | 7,9 | 120 | 25,6 | 6,9 | 144 | 27,5 | 6,1 |
| | 20 | 5,0 | 63 | 20,9 | 11,4 | 84 | 22,7 | 9,5 | 105 | 24,4 | 8,2 | 126 | 26,1 | 7,3 |
| | 25 | 4,0 | 55 | 20,2 | 13,3 | 73 | 21,8 | 11,0 | 92 | 23,3 | 9,6 | 110 | 24,8 | 8,5 |
| | 30 | 3,3 | 48 | 19,6 | 15,2 | 64 | 21,0 | 12,7 | 80 | 22,3 | 11,0 | 96 | 23,7 | 9,8 |
| `= 18 °C | 10 | 10,0 | 67 | 24,2 | 8,6 | 95 | 26,6 | 6,9 | 123 | 28,8 | 5,9 | 150 | 31,0 | 5,2 |
| | 15 | 6,7 | 58 | 23,5 | 10,7 | 82 | 25,5 | 8,7 | 106 | 27,5 | 7,4 | 130 | 29,4 | 6,5 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 22,8 | 12,8 | 71 | 24,6 | 10,3 | 92 | 26,4 | 8,8 | 113 | 28,1 | 7,7 |
| | 25 | 4,0 | 44 | 22,3 | 14,9 | 62 | 23,9 | 12,0 | 81 | 25,4 | 10,2 | 99 | 26,9 | 9,0 |
| | 30 | 3,3 | 38 | 21,8 | 17,0 | 54 | 23,2 | 13,8 | 70 | 24,5 | 11,7 | 86 | 25,9 | 10,3 |
| `= 20 °C | 10 | 10,0 | 56 | 25,3 | 9,4 | 84 | 27,6 | 7,4 | 111 | 29,9 | 6,2 | 139 | 32,2 | 5,4 |
| | 15 | 6,7 | 48 | 24,6 | 11,8 | 72 | 26,7 | 9,3 | 96 | 28,7 | 7,8 | 120 | 30,6 | 6,8 |
| | 20 | 5,0 | 42 | 24,1 | 14,1 | 63 | 25,9 | 11,0 | 84 | 27,7 | 9,2 | 105 | 29,4 | 8,1 |
| | 25 | 4,0 | 37 | 23,6 | 16,3 | 55 | 25,2 | 12,8 | 73 | 26,8 | 10,8 | 92 | 28,3 | 9,4 |
| | 30 | 3,3 | 32 | 23,2 | 18,6 | 48 | 24,6 | 14,6 | 64 | 26,0 | 12,3 | 80 | 27,3 | 10,7 |
| `= 22 °C | 10 | 10,0 | 45 | 26,3 | 10,6 | 72 | 28,7 | 8,0 | 100 | 31,0 | 6,5 | 128 | 33,3 | 5,6 |
| | 15 | 6,7 | 38 | 25,8 | 13,2 | 62 | 27,9 | 10,0 | 86 | 29,9 | 8,2 | 111 | 31,9 | 7,1 |
| | 20 | 5,0 | 34 | 25,3 | 15,7 | 55 | 27,2 | 11,9 | 76 | 29,0 | 9,8 | 97 | 30,7 | 8,4 |
| | 25 | 4,0 | 29 | 25,0 | 18,1 | 48 | 26,6 | 13,7 | 66 | 28,2 | 11,3 | 84 | 29,7 | 9,8 |
| | 30 | 3,3 | 26 | 24,6 | 20,6 | 42 | 26,1 | 15,7 | 58 | 27,4 | 13,0 | 74 | 28,8 | 11,2 |
| `= 24 °C | 10 | 10,0 | 33 | 27,3 | 12,2 | 61 | 29,8 | 8,7 | 89 | 32,1 | 7,0 | 117 | 34,4 | 5,9 |
| | 15 | 6,7 | 29 | 26,9 | 15,2 | 53 | 29,0 | 10,8 | 77 | 31,1 | 8,7 | 101 | 33,1 | 7,4 |
| | 20 | 5,0 | 25 | 26,6 | 17,9 | 46 | 28,5 | 12,9 | 67 | 30,3 | 10,4 | 88 | 32,0 | 8,8 |
| | 25 | 4,0 | 22 | 26,3 | 20,6 | 40 | 27,9 | 14,9 | 59 | 29,5 | 12,0 | 77 | 31,1 | 10,2 |
| | 30 | 3,3 | 19 | 26,0 | 23,3 | 35 | 27,5 | 16,9 | 51 | 28,9 | 13,7 | 67 | 30,3 | 11,7 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

PRINETO®

**Auslastungstabelle Noppenplattensystem 14**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,05 m²K/W** (Parkett, Nadelfilz, Kunstfaser)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| `= 15 °C | 10 | 10,0 | 69 | 21,4 | 8,4 | 91 | 23,3 | 7,0 | 114 | 25,2 | 6,1 | 137 | 27,0 | 5,4 |
| | 15 | 6,7 | 61 | 20,7 | 10,4 | 81 | 22,4 | 8,7 | 101 | 24,1 | 7,5 | 121 | 25,7 | 6,7 |
| | 20 | 5,0 | 53 | 20,1 | 12,4 | 71 | 21,6 | 10,3 | 89 | 23,1 | 9,0 | 107 | 24,6 | 8,0 |
| | 25 | 4,0 | 47 | 19,6 | 14,3 | 63 | 20,9 | 11,9 | 79 | 22,3 | 10,4 | 95 | 23,6 | 9,2 |
| | 30 | 3,3 | 42 | 19,1 | 16,3 | 56 | 20,3 | 13,6 | 70 | 21,5 | 11,8 | 84 | 22,7 | 10,5 |
| `= 18 °C | 10 | 10,0 | 55 | 23,2 | 9,5 | 78 | 25,2 | 7,7 | 101 | 27,0 | 6,5 | 123 | 28,9 | 5,7 |
| | 15 | 6,7 | 49 | 22,7 | 11,8 | 69 | 24,4 | 9,5 | 89 | 26,1 | 8,1 | 109 | 27,7 | 7,1 |
| | 20 | 5,0 | 43 | 22,2 | 13,9 | 61 | 23,7 | 11,2 | 78 | 25,2 | 9,6 | 96 | 26,7 | 8,4 |
| | 25 | 4,0 | 38 | 21,7 | 16,0 | 54 | 23,1 | 13,0 | 70 | 24,5 | 11,0 | 85 | 25,8 | 9,7 |
| | 30 | 3,3 | 34 | 21,3 | 18,2 | 48 | 22,6 | 14,7 | 62 | 23,8 | 12,5 | 76 | 25,0 | 11,0 |
| `= 20 °C | 10 | 10,0 | 46 | 24,4 | 10,5 | 69 | 26,4 | 8,2 | 91 | 28,3 | 6,9 | 114 | 30,2 | 6,0 |
| | 15 | 6,7 | 40 | 24,0 | 12,9 | 61 | 25,7 | 10,1 | 81 | 27,4 | 8,5 | 101 | 29,1 | 7,4 |
| | 20 | 5,0 | 36 | 23,5 | 15,2 | 53 | 25,1 | 12,0 | 71 | 26,6 | 10,1 | 89 | 28,1 | 8,8 |
| | 25 | 4,0 | 32 | 23,2 | 17,5 | 47 | 24,6 | 13,8 | 63 | 25,9 | 11,6 | 79 | 27,3 | 10,1 |
| | 30 | 3,3 | 28 | 22,8 | 19,8 | 42 | 24,1 | 15,6 | 56 | 25,3 | 13,1 | 70 | 26,5 | 11,5 |
| `= 22 °C | 10 | 10,0 | 37 | 25,6 | 11,7 | 59 | 27,6 | 8,8 | 82 | 29,5 | 7,3 | 105 | 31,4 | 6,3 |
| | 15 | 6,7 | 32 | 25,2 | 14,4 | 53 | 27,0 | 10,9 | 73 | 28,7 | 9,0 | 93 | 30,4 | 7,7 |
| | 20 | 5,0 | 28 | 24,9 | 16,9 | 46 | 26,5 | 12,9 | 64 | 28,0 | 10,6 | 82 | 29,5 | 9,2 |
| | 25 | 4,0 | 25 | 24,6 | 19,4 | 41 | 26,0 | 14,8 | 57 | 27,4 | 12,2 | 73 | 28,7 | 10,5 |
| | 30 | 3,3 | 22 | 24,3 | 21,8 | 36 | 25,6 | 16,7 | 50 | 26,8 | 13,8 | 64 | 28,0 | 11,9 |
| `= 24 °C | 10 | 10,0 | 27 | 26,8 | 13,4 | 50 | 28,8 | 9,6 | 73 | 30,8 | 7,7 | 96 | 32,7 | 6,6 |
| | 15 | 6,7 | 24 | 26,5 | 16,4 | 44 | 28,3 | 11,8 | 65 | 30,1 | 9,5 | 85 | 31,8 | 8,1 |
| | 20 | 5,0 | 21 | 26,2 | 19,2 | 39 | 27,8 | 13,9 | 57 | 29,4 | 11,2 | 75 | 30,9 | 9,6 |
| | 25 | 4,0 | 19 | 26,0 | 21,9 | 35 | 27,4 | 15,9 | 51 | 28,8 | 12,9 | 66 | 30,2 | 11,0 |
| | 30 | 3,3 | 17 | 25,8 | 24,5 | 31 | 27,1 | 17,9 | 45 | 28,3 | 14,6 | 59 | 29,6 | 12,4 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

für Bäder $\theta_{FB}$ > 33 °C

**Auslastungstabelle Noppenplattensystem 14**

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,10 m²K/W** (Teppichboden, Schlingenware)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| `= 15 °C | 10 | 10,0 | 55 | 20,2 | 9,5 | 73 | 21,8 | 7,9 | 92 | 23,3 | 6,9 | 110 | 24,8 | 6,1 |
| | 15 | 6,7 | 49 | 19,7 | 11,7 | 66 | 21,1 | 9,7 | 82 | 22,5 | 8,4 | 99 | 23,9 | 7,5 |
| | 20 | 5,0 | 44 | 19,3 | 13,7 | 59 | 20,6 | 11,4 | 74 | 21,8 | 9,9 | 89 | 23,1 | 8,8 |
| | 25 | 4,0 | 40 | 18,9 | 15,6 | 53 | 20,1 | 13,0 | 66 | 21,2 | 11,3 | 80 | 22,3 | 10,1 |
| | 30 | 3,3 | 36 | 18,6 | 17,5 | 48 | 19,6 | 14,6 | 60 | 20,7 | 12,7 | 72 | 21,7 | 11,3 |
| `= 18 °C | 10 | 10,0 | 44 | 22,3 | 10,7 | 62 | 23,9 | 8,6 | 81 | 25,4 | 7,3 | 99 | 26,9 | 6,5 |
| | 15 | 6,7 | 39 | 21,9 | 13,1 | 56 | 23,3 | 10,6 | 72 | 24,7 | 9,0 | 89 | 26,1 | 7,9 |
| | 20 | 5,0 | 36 | 21,5 | 15,3 | 50 | 22,8 | 12,3 | 65 | 24,1 | 10,5 | 80 | 25,3 | 9,3 |
| | 25 | 4,0 | 32 | 21,2 | 17,4 | 45 | 22,4 | 14,1 | 58 | 23,5 | 12,0 | 72 | 24,7 | 10,6 |
| | 30 | 3,3 | 29 | 20,9 | 19,5 | 41 | 22,0 | 15,8 | 53 | 23,1 | 13,5 | 65 | 24,1 | 11,9 |
| `= 20 °C | 10 | 10,0 | 37 | 23,6 | 11,7 | 55 | 25,2 | 9,2 | 73 | 26,8 | 7,7 | 92 | 28,3 | 6,7 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 23,3 | 14,3 | 49 | 24,7 | 11,2 | 66 | 26,1 | 9,4 | 82 | 27,5 | 8,2 |
| | 20 | 5,0 | 30 | 23,0 | 16,6 | 44 | 24,3 | 13,1 | 59 | 25,6 | 11,0 | 74 | 26,8 | 9,6 |
| | 25 | 4,0 | 27 | 22,7 | 19,0 | 40 | 23,9 | 15,0 | 53 | 25,1 | 12,6 | 66 | 26,2 | 11,0 |
| | 30 | 3,3 | 24 | 22,5 | 21,1 | 36 | 23,6 | 16,7 | 48 | 24,6 | 14,1 | 60 | 25,7 | 12,3 |
| `= 22 °C | 10 | 10,0 | 29 | 24,9 | 13,0 | 48 | 26,6 | 9,9 | 66 | 28,2 | 8,1 | 84 | 29,7 | 7,0 |
| | 15 | 6,7 | 26 | 24,7 | 15,8 | 43 | 26,2 | 12,0 | 59 | 27,6 | 9,9 | 76 | 29,0 | 8,6 |
| | 20 | 5,0 | 24 | 24,4 | 18,4 | 38 | 25,8 | 14,0 | 53 | 27,1 | 11,6 | 68 | 28,3 | 10,0 |
| | 25 | 4,0 | 21 | 24,2 | 20,9 | 35 | 25,4 | 16,0 | 48 | 26,6 | 13,2 | 61 | 27,8 | 11,4 |
| | 30 | 3,3 | 19 | 24,0 | 23,2 | 31 | 25,1 | 17,8 | 43 | 26,2 | 14,8 | 55 | 27,3 | 12,8 |
| `= 24 °C | 10 | 10,0 | 22 | 26,3 | 14,8 | 40 | 27,9 | 10,7 | 59 | 29,5 | 8,6 | 77 | 31,1 | 7,3 |
| | 15 | 6,7 | 20 | 26,1 | 17,9 | 36 | 27,6 | 13,0 | 53 | 29,0 | 10,5 | 69 | 30,4 | 9,0 |
| | 20 | 5,0 | 18 | 25,9 | 20,7 | 33 | 27,2 | 15,1 | 47 | 28,6 | 12,3 | 62 | 29,8 | 10,5 |
| | 25 | 4,0 | 16 | 25,7 | 23,4 | 29 | 26,9 | 17,2 | 43 | 28,1 | 13,9 | 56 | 29,3 | 11,9 |
| | 30 | 3,3 | 14 | 25,6 | 25,9 | 27 | 26,7 | 19,1 | 39 | 27,8 | 15,6 | 51 | 28,8 | 13,3 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

PRINETO®

## Auslastungstabelle Noppenplattensystem 14

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,15 m²K/W** (Teppich, Velours)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 10 | 10,0 | 46 | 19,4 | 10,5 | 61 | 20,7 | 8,7 | 76 | 22,0 | 7,6 | 91 | 23,3 | 6,7 |
| | 15 | 6,7 | 42 | 19,0 | 12,7 | 55 | 20,3 | 10,6 | 69 | 21,4 | 9,2 | 83 | 22,6 | 8,2 |
| | 20 | 5,0 | 38 | 18,7 | 14,8 | 51 | 19,8 | 12,3 | 63 | 20,9 | 10,7 | 76 | 22,0 | 9,5 |
| | 25 | 4,0 | 35 | 18,4 | 16,8 | 46 | 19,4 | 14,0 | 58 | 20,4 | 12,1 | 69 | 21,4 | 10,8 |
| | 30 | 3,3 | 32 | 18,2 | 18,7 | 42 | 19,1 | 15,6 | 53 | 20,0 | 13,5 | 63 | 20,9 | 12,0 |
| ≤ 18 °C | 10 | 10,0 | 37 | 21,6 | 11,7 | 52 | 23,0 | 9,5 | 67 | 24,3 | 8,1 | 82 | 25,5 | 7,1 |
| | 15 | 6,7 | 33 | 21,3 | 14,2 | 47 | 22,5 | 11,5 | 61 | 23,7 | 9,8 | 75 | 24,9 | 8,6 |
| | 20 | 5,0 | 30 | 21,0 | 16,4 | 43 | 22,2 | 13,3 | 56 | 23,3 | 11,4 | 68 | 24,4 | 10,0 |
| | 25 | 4,0 | 28 | 20,8 | 18,6 | 39 | 21,8 | 15,1 | 51 | 22,8 | 12,9 | 62 | 23,8 | 11,4 |
| | 30 | 3,3 | 25 | 20,6 | 20,7 | 36 | 21,5 | 16,8 | 46 | 22,5 | 14,3 | 57 | 23,4 | 12,6 |
| ≤ 20 °C | 10 | 10,0 | 30 | 23,1 | 12,8 | 46 | 24,4 | 10,0 | 61 | 25,7 | 8,4 | 76 | 27,0 | 7,4 |
| | 15 | 6,7 | 28 | 22,8 | 15,5 | 42 | 24,0 | 12,2 | 55 | 25,3 | 10,3 | 69 | 26,4 | 9,0 |
| | 20 | 5,0 | 25 | 22,6 | 17,9 | 38 | 23,7 | 14,1 | 51 | 24,8 | 11,9 | 63 | 25,9 | 10,4 |
| | 25 | 4,0 | 23 | 22,4 | 20,2 | 35 | 23,4 | 16,0 | 46 | 24,4 | 13,5 | 58 | 25,4 | 11,8 |
| | 30 | 3,3 | 21 | 22,2 | 22,4 | 32 | 23,2 | 17,7 | 42 | 24,1 | 15,0 | 53 | 25,0 | 13,1 |
| ≤ 22 °C | 10 | 10,0 | 24 | 24,5 | 14,1 | 40 | 25,9 | 10,8 | 55 | 27,2 | 8,9 | 70 | 28,5 | 7,7 |
| | 15 | 6,7 | 22 | 24,3 | 17,1 | 36 | 25,6 | 13,0 | 50 | 26,8 | 10,8 | 64 | 28,0 | 9,3 |
| | 20 | 5,0 | 20 | 24,1 | 19,6 | 33 | 25,3 | 15,0 | 46 | 26,4 | 12,5 | 58 | 27,5 | 10,8 |
| | 25 | 4,0 | 18 | 23,9 | 22,1 | 30 | 25,0 | 17,0 | 41 | 26,0 | 14,1 | 53 | 27,0 | 12,2 |
| | 30 | 3,3 | 17 | 23,8 | 24,5 | 27 | 24,8 | 18,8 | 38 | 25,7 | 15,7 | 49 | 26,7 | 13,6 |
| ≤ 24 °C | 10 | 10,0 | 18 | 25,9 | 15,9 | 34 | 27,3 | 11,6 | 49 | 28,7 | 9,4 | 64 | 30,0 | 8,0 |
| | 15 | 6,7 | 17 | 25,8 | 19,1 | 30 | 27,1 | 14,0 | 44 | 28,3 | 11,4 | 58 | 29,5 | 9,7 |
| | 20 | 5,0 | 15 | 25,6 | 22,0 | 28 | 26,8 | 16,2 | 41 | 28,0 | 13,1 | 53 | 29,1 | 11,2 |
| | 25 | 4,0 | 14 | 25,5 | 24,7 | 25 | 26,6 | 18,2 | 37 | 27,6 | 14,8 | 48 | 28,6 | 12,7 |
| | 30 | 3,3 | 13 | 25,4 | 27,2 | 23 | 26,4 | 20,1 | 34 | 27,4 | 16,5 | 44 | 28,3 | 14,1 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

## Auslastungstabellen Trockenfußbodenheizung

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,015 m²K/W** (Fliesen, Stein)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 12 | 8,3 | 44 | 19,2 | 14,8 | 58 | 20,5 | 12,3 | 73 | 21,7 | 10,7 | 87 | 22,9 | 9,5 |
| | 24 | 4,2 | 28 | 17,8 | 23,6 | 37 | 18,7 | 19,6 | 47 | 19,5 | 17,0 | 56 | 20,3 | 15,2 |
| ≤ 18 °C | 12 | 8,3 | 35 | 21,4 | 16,5 | 49 | 22,7 | 13,4 | 64 | 24,0 | 11,4 | 78 | 25,2 | 10,0 |
| | 24 | 4,2 | 22 | 20,3 | 26,0 | 32 | 21,2 | 21,1 | 41 | 22,0 | 18,0 | 50 | 22,8 | 15,9 |
| ≤ 20 °C | 12 | 8,3 | 29 | 22,9 | 18,0 | 44 | 24,2 | 14,2 | 58 | 25,5 | 12,0 | 73 | 26,7 | 10,4 |
| | 24 | 4,2 | 19 | 22,0 | 28,1 | 28 | 22,8 | 22,3 | 37 | 23,7 | 18,8 | 47 | 24,5 | 16,5 |
| ≤ 22 °C | 12 | 8,3 | 23 | 24,4 | 19,9 | 38 | 25,7 | 15,2 | 52 | 27,0 | 12,6 | 67 | 28,2 | 10,9 |
| | 24 | 4,2 | 15 | 23,6 | 30,6 | 24 | 24,5 | 23,6 | 34 | 25,3 | 19,7 | 43 | 26,2 | 17,1 |
| ≤ 24 °C | 12 | 8,3 | 17 | 25,8 | 22,4 | 32 | 27,2 | 16,4 | 46 | 28,5 | 13,3 | 61 | 29,7 | 11,3 |
| | 24 | 4,2 | 11 | 25,2 | 33,7 | 20 | 26,1 | 25,2 | 30 | 27,0 | 20,6 | 39 | 27,8 | 17,7 |

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,05 m²K/W** (Parkett, Nadelfilz, Kunstfaser)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 12 | 8,3 | 39 | 18,8 | 15,6 | 52 | 20,0 | 13,0 | 65 | 21,1 | 11,3 | 78 | 22,2 | 10,1 |
| | 24 | 4,2 | 26 | 17,6 | 24,4 | 35 | 18,4 | 20,3 | 43 | 19,2 | 17,6 | 52 | 19,9 | 15,7 |
| ≤ 18 °C | 12 | 8,3 | 31 | 21,1 | 17,4 | 44 | 22,3 | 14,1 | 57 | 23,4 | 12,0 | 70 | 24,5 | 10,6 |
| | 24 | 4,2 | 21 | 20,2 | 26,9 | 29 | 21,0 | 21,8 | 38 | 21,7 | 18,7 | 47 | 22,5 | 16,5 |
| ≤ 20 °C | 12 | 8,3 | 26 | 22,6 | 18,9 | 39 | 23,8 | 15,0 | 52 | 25,0 | 12,6 | 65 | 26,1 | 11,0 |
| | 24 | 4,2 | 17 | 21,8 | 28,9 | 26 | 22,6 | 23,0 | 35 | 23,4 | 19,4 | 43 | 24,2 | 17,0 |
| ≤ 22 °C | 12 | 8,3 | 21 | 24,2 | 20,9 | 34 | 25,4 | 16,0 | 47 | 26,5 | 13,2 | 60 | 27,6 | 11,4 |
| | 24 | 4,2 | 14 | 23,5 | 31,4 | 22 | 24,3 | 24,3 | 31 | 25,1 | 20,3 | 40 | 25,9 | 17,6 |
| ≤ 24 °C | 12 | 8,3 | 16 | 25,7 | 23,4 | 29 | 26,9 | 17,1 | 42 | 28,1 | 13,9 | 55 | 29,2 | 11,9 |
| | 24 | 4,2 | 10 | 25,1 | 34,5 | 19 | 26,0 | 25,9 | 28 | 26,8 | 21,2 | 36 | 27,6 | 18,3 |

θ Fußbodentemperatur - θ Innentemperatur > 9 K bzw. $\theta_{FB}$ > 29 °C

PRINETO®

## Auslastungstabelle Trockenfußbodenheizung

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,10 m²K/W** (Teppichboden, Schlingenware)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 12 | 8,3 | 34 | 18,4 | 16,7 | 45 | 19,4 | 13,9 | 57 | 20,4 | 12,1 | 68 | 21,3 | 10,8 |
| | 24 | 4,2 | 24 | 17,4 | 25,5 | 31 | 18,1 | 21,2 | 39 | 18,8 | 18,4 | 47 | 19,5 | 16,4 |
| ≤ 18 °C | 12 | 8,3 | 27 | 20,8 | 18,6 | 39 | 21,8 | 15,0 | 50 | 22,8 | 12,8 | 61 | 23,8 | 11,3 |
| | 24 | 4,2 | 19 | 20,0 | 28,0 | 27 | 20,7 | 22,7 | 34 | 21,4 | 19,4 | 42 | 22,1 | 17,1 |
| ≤ 20 °C | 12 | 8,3 | 23 | 22,3 | 20,1 | 34 | 23,4 | 15,9 | 45 | 24,4 | 13,4 | 57 | 25,4 | 11,7 |
| | 24 | 4,2 | 16 | 21,7 | 30,0 | 24 | 22,4 | 23,9 | 31 | 23,1 | 20,2 | 39 | 23,8 | 17,7 |
| ≤ 22 °C | 12 | 8,3 | 18 | 23,9 | 22,0 | 29 | 25,0 | 16,9 | 41 | 26,0 | 14,1 | 52 | 27,0 | 12,2 |
| | 24 | 4,2 | 13 | 23,4 | 32,5 | 20 | 24,1 | 25,2 | 28 | 24,8 | 21,1 | 36 | 25,6 | 18,3 |
| ≤ 24 °C | 12 | 8,3 | 14 | 25,5 | 24,5 | 25 | 26,5 | 18,1 | 36 | 27,6 | 14,8 | 48 | 28,6 | 12,7 |
| | 24 | 4,2 | 9 | 25,0 | 35,5 | 17 | 25,8 | 26,8 | 25 | 26,6 | 22,0 | 33 | 27,3 | 18,9 |

Spreizung 5,0 K; Δp = 250 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,15 m²K/W** (Teppich, Velours)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 30 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-strom-dichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{Fm}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| ≤ 15 °C | 12 | 8,3 | 30 | 18,0 | 17,7 | 40 | 18,9 | 14,8 | 50 | 19,8 | 12,8 | 60 | 20,7 | 11,4 |
| | 24 | 4,2 | 21 | 17,2 | 26,5 | 29 | 17,9 | 22,0 | 36 | 18,5 | 19,1 | 43 | 19,2 | 17,0 |
| ≤ 18 °C | 12 | 8,3 | 24 | 20,5 | 19,6 | 34 | 21,4 | 15,9 | 44 | 22,3 | 13,6 | 54 | 23,1 | 12,0 |
| | 24 | 4,2 | 17 | 19,8 | 29,0 | 24 | 20,5 | 23,6 | 31 | 21,1 | 20,2 | 39 | 21,8 | 17,8 |
| ≤ 20 °C | 12 | 8,3 | 20 | 22,1 | 21,2 | 30 | 23,0 | 16,8 | 40 | 23,9 | 14,2 | 50 | 24,8 | 12,4 |
| | 24 | 4,2 | 14 | 21,5 | 31,0 | 21 | 22,2 | 24,7 | 29 | 22,9 | 20,9 | 36 | 23,5 | 18,3 |
| ≤ 22 °C | 12 | 8,3 | 16 | 23,7 | 23,1 | 26 | 24,6 | 17,8 | 36 | 25,6 | 14,8 | 46 | 26,5 | 12,8 |
| | 24 | 4,2 | 11 | 23,3 | 33,5 | 19 | 24,0 | 26,1 | 26 | 24,6 | 21,8 | 33 | 25,3 | 18,9 |
| ≤ 24 °C | 12 | 8,3 | 12 | 25,3 | 25,6 | 22 | 26,3 | 19,0 | 32 | 27,2 | 15,6 | 42 | 28,1 | 13,4 |
| | 24 | 4,2 | 9 | 25,0 | 36,5 | 16 | 25,7 | 27,6 | 23 | 26,4 | 22,7 | 30 | 27,0 | 19,6 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

## Kühlmitteltabellen

Damit eine hohe Kühlleistung erzielt werden kann, ist es erforderlich, die Heizungsrohre mit möglichst geringem Abstand zu verlegen. Das hat beim Heizen den Vorteil, dass die Heizmitteltemperatur sehr niedrig gehalten werden kann und Wärmepumpen oder Brennwertgeräte sehr effektiv arbeiten. Die Verlegeabstände, maximalen Heizkreislängen und -flächen und die hydraulischen Einstellungen ergeben sich aus der Fußbodenheizungs-Auslegung. Die Fußbodenoberbeläge sollten möglichst keramisch und sehr gut wärmeleitend sein. Ungeeignet sind Teppichbeläge.

Zur Ermittlung der minimalen Kühlmitteltemperatur im Bauvorhaben können die nachfolgenden Tabellen herangezogen werden. Oberflächenbeläge mit großem Wärmedurchlasswiderstand erfordern deutlich niedrigere Betriebstemperaturen, was die Gefahr von Tauwasserbildung erhöht. Darum ist die höchste sich in einem Raum ergebende Kühlmitteltemperatur der Referenzwert für die Einstellung des gesamten Gebäudes!

**ACHTUNG**

Die in den Tabellen angegebenen Werte der relativen Raumluftfeuchte in Bezug auf die Raumlufttemperatur dürfen nicht überschritten werden, da sonst der Taupunkt auf über 20 °C ansteigt. Feuchträume, wie beispielsweise Badezimmer, sollten darum nicht gekühlt werden. Wir empfehlen die Kontrolle in einem Referenzraum mit einem Hygrometer.

Minimale Kühlmitteltemperaturen in °C für Tackersystem
Wärmeübergangskoeffizient 6,5 W/m² K; Fußbodenoberflächentemperatur 20 °C

| Bodenbelagswiderstand m²K/W | Raumtemperatur °C | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kühlleistung W/m² | 19,5 | 26 | 32,5 | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 |
| | max. rel. Luftfeuchte % | 83 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 58 | 55 |
| 0,000 | Verlegeabstand 10 cm | 18,6 | 18,2 | 17,7 | 17,3 | 16,8 | 16,4 | 15,9 | 15,5 |
| 0,015 | | 18,4 | 17,8 | 17,3 | 16,7 | 16,2 | 15,6 | 15,1 | 14,6 |
| 0,050 | | 17,6 | 16,8 | 15,9 | 15,1 | 14,3 | 13,5 | 12,7 | 11,9 |
| 0,100 | | 16,5 | 15,3 | 14,2 | 13,0 | 11,8 | 10,7 | 9,5 | |
| 0,150 | | 15,5 | 13,9 | 12,4 | 10,9 | 9,4 | 7,9 | | |
| 0,000 | Verlegeabstand 15 cm | 18,1 | 17,5 | 16,8 | 16,2 | 15,6 | 15,0 | 14,3 | 13,7 |
| 0,015 | | 17,8 | 17,1 | 16,4 | 15,6 | 14,9 | 14,2 | 13,5 | 12,7 |
| 0,050 | | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 14,0 | 13,0 | 12,0 | 11,0 | 10,0 |
| 0,100 | | 15,9 | 14,6 | 13,2 | 11,8 | 10,5 | 9,1 | | |
| 0,150 | | 14,9 | 13,2 | 11,5 | 9,8 | 8,1 | | | |
| 0,000 | Verlegeabstand 20 cm | 17,5 | 16,7 | 15,9 | 15,0 | 14,2 | 13,4 | 12,5 | 11,7 |
| 0,015 | | 17,2 | 16,3 | 15,4 | 14,4 | 13,5 | 12,6 | 11,7 | 10,7 |
| 0,050 | | 16,4 | 15,2 | 14,0 | 12,8 | 11,6 | 10,4 | 9,2 | |
| 0,100 | | 15,3 | 13,7 | 12,1 | 10,6 | 9,0 | | | |
| 0,150 | | 14,3 | 12,3 | 10,4 | 8,5 | | | | |

- zur Kühlung sehr gut geeignet
- zur Kühlung gut geeignet
- zur Kühlung schlecht geeignet
- zur Kühlung nicht geeignet

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



Minimale Kühlmitteltemperaturen in °C für Noppensystem
Wärmeübergangskoeffizient 6 W/m² K; Fußbodenoberflächentemperatur 20 °C

| Bodenbelagswiderstand m²K/W | Raumtemperatur °C | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kühlleistung W/m² | 19,5 | 26 | 32,5 | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 |
| | max. rel. Luftfeuchte % | 83 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 58 | 55 |
| 0,000 | Verlegeabstand 10 cm | 18,5 | 18,0 | 17,5 | 17,0 | 16,5 | 16,0 | 15,5 | 15,0 |
| 0,015 | | 18,2 | 17,6 | 17,0 | 16,5 | 15,9 | 15,3 | 14,7 | 14,1 |
| 0,050 | | 17,4 | 16,6 | 15,7 | 14,8 | 14,0 | 13,1 | 12,3 | 11,4 |
| 0,100 | | 16,4 | 15,1 | 13,9 | 12,7 | 11,5 | 10,3 | 9,1 | |
| 0,150 | | 15,3 | 13,8 | 12,2 | 10,6 | 9,1 | | | |
| 0,000 | Verlegeabstand 15 cm | 17,9 | 17,2 | 16,5 | 15,8 | 15,1 | 14,4 | 13,8 | 13,1 |
| 0,015 | | 17,6 | 16,8 | 16,0 | 15,3 | 14,5 | 13,7 | 12,9 | 12,1 |
| 0,050 | | 16,8 | 15,7 | 14,7 | 13,6 | 12,6 | 11,5 | 10,4 | |
| 0,100 | | 15,7 | 14,3 | 12,9 | 11,5 | 10,0 | 8,6 | | |
| 0,150 | | 14,7 | 12,9 | 11,2 | 9,4 | 7,7 | | | |
| 0,000 | Verlegeabstand 20 cm | 17,3 | 16,4 | 15,5 | 14,6 | 13,6 | 12,7 | 11,8 | 10,9 |
| 0,015 | | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 14,0 | 13,0 | 11,9 | 10,9 | |
| 0,050 | | 16,1 | 14,9 | 13,6 | 12,3 | 11,0 | 9,7 | | |
| 0,100 | | 15,1 | 13,4 | 11,8 | 10,1 | 8,5 | | | |
| 0,150 | | 14,0 | 12,0 | 10,1 | 8,1 | | | | |

Minimale Kühlmitteltemperaturen in °C für Trockensystem
Wärmeübergangskoeffizient 6,5 W/m² K; Fußbodenoberflächentemperatur 20 °C

| Bodenbelagswiderstand m²K/W | Raumtemperatur °C | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kühlleistung W/m² | 19,5 | 26 | 32,5 | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 |
| | max. rel. Luftfeuchte % | 83 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 58 | 55 |
| 0,000 | Verlegeabstand 10 cm | 15,3 | 13,7 | 12,1 | 10,5 | 8,9 | 7,3 | | |
| 0,015 | | 14,9 | 13,3 | 11,6 | 9,9 | 8,2 | | | |
| 0,050 | | 14,1 | 12,2 | 10,2 | 8,3 | | | | |
| 0,100 | | 13,0 | 10,7 | 8,4 | 6,1 | | | | |
| 0,150 | | 11,9 | 9,2 | 6,5 | | | | | |
| 0,000 | Verlegeabstand 15 cm | 11,5 | 8,6 | 5,8 | | | | | |
| 0,015 | | 11,1 | 8,2 | 5,2 | | | | | |
| 0,050 | | 10,3 | 7,1 | | | | | | |
| 0,100 | | 9,1 | 5,5 | | | | | | |
| 0,150 | | 8,0 | 4,0 | | | | | | |

- zur Kühlung sehr gut geeignet
- zur Kühlung gut geeignet
- zur Kühlung schlecht geeignet
- zur Kühlung nicht geeignet

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



## Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

Die verschärften Anforderungen an den Wärmeschutz und die verbesserte Wärmedämmung führen zu einer drastischen Reduzierung der Wärmeverluste von Gebäuden. Die daraus resultierende niedrigere Heizlast kann in der Regel durch ein Flächenheizungssystem gedeckt werden.

Die exakte Berechnung und Dimensionierung mit Massenermittlung wird heute üblicherweise mit haustechnischen Planungsprogrammen durchgeführt. Für das ***PRINETO*** System können die Datensätze der Firmen liNear oder Dendrit verwendet werden.

Die Planungsprogramme berücksichtigen auch den Einfluss der Dämmung und der Bedingungen unterhalb des Bodens. Die Wärmeabgabe nach unten beeinflusst vor allem den nötigen Heizwassermassenstrom.

Folgende Kenngrößen sind für die Auslegung einer Fußbodenheizung erforderlich:

**Auslegungs-Wärmeleistung** $Q_H$ (W), ist nach DIN 1264-3 die Heizlast $Q_{Nf}$, die bei der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 (Normheizlast $\Phi_{HL}$) ermittelt wird.

**Heizfläche** AF (m²), tatsächlich zur Rohrverlegung nutzbare Raumfläche.

**Norm-Rauminnentemperatur** $\theta_i$ [°C], beinhaltet nach DIN EN 12831 Beiblatt 1 die Lufttemperatur und die mittlere Temperatur der raumumschließenden Flächen.

- Maximale Fußboden-Oberflächentemperatur $\theta_{F,\,max.}$ [°C], nach DIN EN 1264-2, ist aus physiologischen und medizinischen Gründen begrenzt:

Aufenthaltszonen:
29 °C (+9 K über der Norm-Innentemperatur eines Raumes mit 20 °C) 33 °C (+9 K über der Norm-Innentemperatur eines Bades mit 24 °C)
Randzonen:
35 °C (+15 K über der Norm-Innentemperatur eines Raumes mit 20 °C)

Die Auslegungsvorlauftemperatur $\Phi_{HL}$ muss so gewählt werden, dass diese Werte im Raum nicht überschritten werden. Bei einer vorgewählten Heizmittelübertemperatur wird die Spreizung so gewählt, dass dies gewährleistet ist (vgl. Beispiel-Diagramm, S. 216).

**Mittlere Heizwassertemperatur** $\theta_{H,m}$ [°C], Durchschnittswert der Vorlauf- und Rücklauftemperatur, berücksichtigt die Temperaturspreizung

$$\theta_{H,m} = (\theta_V - \theta_R) : 2 + \theta_R$$

- Spreizung $\sigma$ [K],
  Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ($\theta_V - \theta_R$)

**Wärmeleitwiderstand des Bodenbelags**
$R_{\lambda,B}$ [m²K/W], beeinflusst die Wärmeübertragung des Heizestrichs an den Raum und wird nach den Materialien unterschieden.

Diese müssen einen Eignungsnachweis des Herstellers besitzen. Textile und elastische Bodenbeläge haben dazu eine besondere Kennzeichnung.

| Bodenbelag | Wärmeleitwiderstand |
|---|---|
| Naturstein, Bodenfliesen < 15 mm | 0,015 |
| Naturstein, Bodenfliesen < 25 mm | 0,025 |
| Parkett, Nadelfilz, Kunstfaser | 0,050 |
| Teppichboden, Schlingenware | 0,100 |
| Velours, Teppich | 0,150 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



Daraus lassen sich folgende Kenngrößen errechnen:

- Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$ [K], Differenz aus mittlerer Heizwassertemperatur $\theta_{H,m}$ und Norm-Rauminnentemperatur $\theta_i$

$$\Delta\theta_H = \theta_{H,m} - \theta_i$$

- Vorlaufübertemperatur $\Delta\theta_V$, Differenz aus Vorlauftemperatur $\theta_V$ und Norm-Rauminnentemperatur $\theta_i$

$$\Delta\theta_V = \theta_V - \theta_i$$

**Hinweis:**
Für die Heizmittelübertemperatur, Vorlaufübertemperatur und Spreizung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$\Delta\theta_V = \Delta\theta_H + 0{,}5 \cdot \sigma$$
(wenn $\sigma : \Delta\theta_H > 0{,}5$)

$$\Delta\theta_V = \Delta\theta_H + 0{,}5 \cdot \sigma + \sigma \cdot \sigma : 12 \cdot \Delta\theta_H$$
(wenn $\sigma : \Delta\theta_H < 0{,}5$)

- Wärmestromdichte q [W/m²], Quotient aus Auslegungs-Wärmeleistung $Q_H$ und tatsächlich zur Verfügung stehender Heizfläche $A_F$

$$q = Q_H : A_F$$

- Verlegeabstand VA [cm], wird ermittelt in Abhängigkeit von Wärmestromdichte, Heizmittelübertemperatur und Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages (vgl. Diagramme wärmetechnische Prüfungen, ab S. 217).

- Maximal verlegbare Rohrlänge $l_{R,max.}$ [m], der Gesamtdruckverlust eines Heizkreises sollte 250 hPa nicht überschreiten – der erforderliche Massenstrom und die Rohrdimension begrenzen demzufolge die verlegbare Rohrlänge (vgl. Druckverlusttabellen der Rohre, ab S. 223).

- Rohrbedarf $l_R$ [m], der Verlegeabstand VA und die Heizfläche $A_F$ bestimmen den Rohrbedarf pro m² Fußboden:

$$l_R = [1 : VA\ (\text{in m})] \times A_F$$

- Maximale Heizkreisfläche $A_{HK,max.}$ [m²], wird bestimmt durch die Geometrie des Raumes und die maximal verlegbare Rohrlänge auf Grundlage des Rohrbedarfes (vgl. Auslastungstabellen, ab S. 196).

- Massenstrom m [kg/h], ist als Auslegungsheizmittelstrom $m_H$ nach DIN 1264-3 zu ermitteln.

$$m = Q_H : [1{,}163 \times (\theta_V - \theta_R)]$$

- Die für Heizkörperheizungen übliche Massenstromberechnung muss um den Massenstrom, der sich aus dem Wärmeverlust zum darunter liegenden Raum ergibt, korrigiert werden. Dazu muss der Teilwärmedurchgangswiderstand nach oben ($R_o$) und nach unten ($R_u$, Summe aller Einzel-Wärmeleitwiderstände von Dämmplatten und Fußbodenkonstruktion) ermittelt werden. $R_o$ kann man unter Zuhilfenahme der Diagramme oder der Auslastungstabellen nach folgender Formel ermitteln:

$$R_o = \Delta\theta_H : q$$

Damit ergibt sich:

$$m = K \cdot Q_H : [1{,}163 \times (\theta_V - \theta_R)]$$
$$K = 1 + R_o : R_u + (\theta_i - \theta_u) : (q \times R_u)$$

$\theta_u$ ist die Raumtemperatur des darunter liegenden Raumes.

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

## Beispiel zur Ermittlung des Verlegeabstandes

- Tackersystem, Aufenthaltszone
- Heizfläche: 30 m²
- Rauminnentemperatur: 20 °C
- Mittlere Heizwassertemperatur: 40 °C
- Parkettboden: 0,050 m²K/W
- Auslegungs-Wärmeleistung: 2000 W

Diese Werte werden auf die Achsen der Diagramme des Tackersystems übertragen. Dabei wird mit dem größten Verlegeabstand VA 25 cm begonnen. Der Kreuzungspunkt beider Werte im Diagramm sollte auf der Geraden 0,05 oder knapp darunter liegen und keinesfalls oberhalb der schwarzen Grenzkurven für die Fußboden-Oberflächentemperaturen.

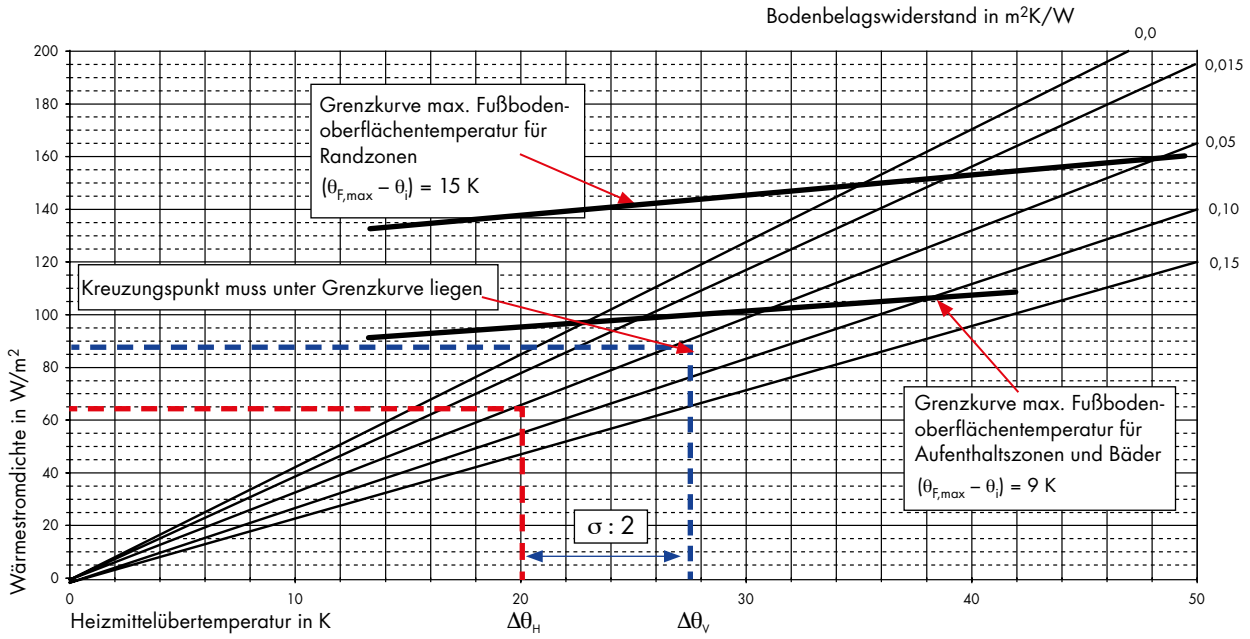
Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$
= mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H,m}$ – Raumtemperatur $\theta_i$
= 40 °C – 20 °C
= 20 K

Wärmestromdichte q
= Auslegeleistung $Q_H$ : Heizfläche $A_F$
= 2000 W : 30 m²
= 67 W/m²

Beispiel :

$\Delta\theta_H$ = 20 K ; $\Delta\theta_V$ = 26,25 K;
$\sigma$ = 12,5 K ; q = 67 W/m²

## Beispieldiagramm Tackersystem Verlegeabstand 25 cm




Im Beispieldiagramm befindet sich der Kreuzungspunkt genau auf der Geraden 0,05. Mit einem Verlegeabstand von 25 cm wird die geforderte Wärmestromdichte von 67 W/m² bei einer Heizmittelübertemperatur von 20 °C erbracht.

Bei einer Spreizung von 12,5 K ergibt sich eine Vorlauftemperatur von 46,25 °C. Der Kreuzungspunkt mit der Geraden 0,05 liegt unterhalb der schwarzen Grenzkurve für die Begrenzung der Fußboden-Oberflächentemperatur (Aufenthaltszone oder Randzone). Bei einer Vorlauftemperatur von 46,25 °C wird beim Parkettboden die maximal zulässige Oberflächentemperatur von 29 °C nicht überschritten.

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

Für alle Räume eines Hauses werden nun je nach Bodenbelag und Wärmestromdichte mit der einmal gewählten Heizmittelübertemperatur und Vorlauftemperatur die Verlegeabstände ermittelt.

Verkleinert man die Teilung, so nimmt bei gleichem Bodenbelag und gleicher Heizmittelübertemperatur die Wärmestromdichte zu. Vergrößert man die Heizmittelübertemperatur bei gleichem Bodenbelag und gleicher Wärmestromdichte, so kann man den Verlegeabstand verkleinern.

**Abschließend**
Die Ermittlung der Massenströme nach DIN EN 1264-3 und der daraus resultierenden Druckverluste für den hydraulischen Abgleich ist sehr aufwändig und wir empfehlen die Verwendung haustechnischer Planungssoftware (Dendrit oder liNear). Dazu müssen die Wärmeverluste nach unten berücksichtigt werden. Diese ergeben sich aus den Raum-Temperaturdifferenzen und den entsprechenden Dämmstärken und Fußbodenkonstruktionen.

Werden die Heizrohre auf Grundlage einer manuellen Berechnung verlegt, sollte eine maximale Rohrlänge je Heizkreis von 120 m nicht überschritten werden. Die Größen der maximalen Heizkreisflächen können den Auslastungstabellen entnommen werden.

**TIPP**

Bei kleinerer Teilung ist also eine Absenkung der Systemtemperaturen möglich. Von Verlegeabständen über 20 cm raten wir aus Komfortgründen wegen der zu ungleichmäßigen Erwärmung des Bodens ab.



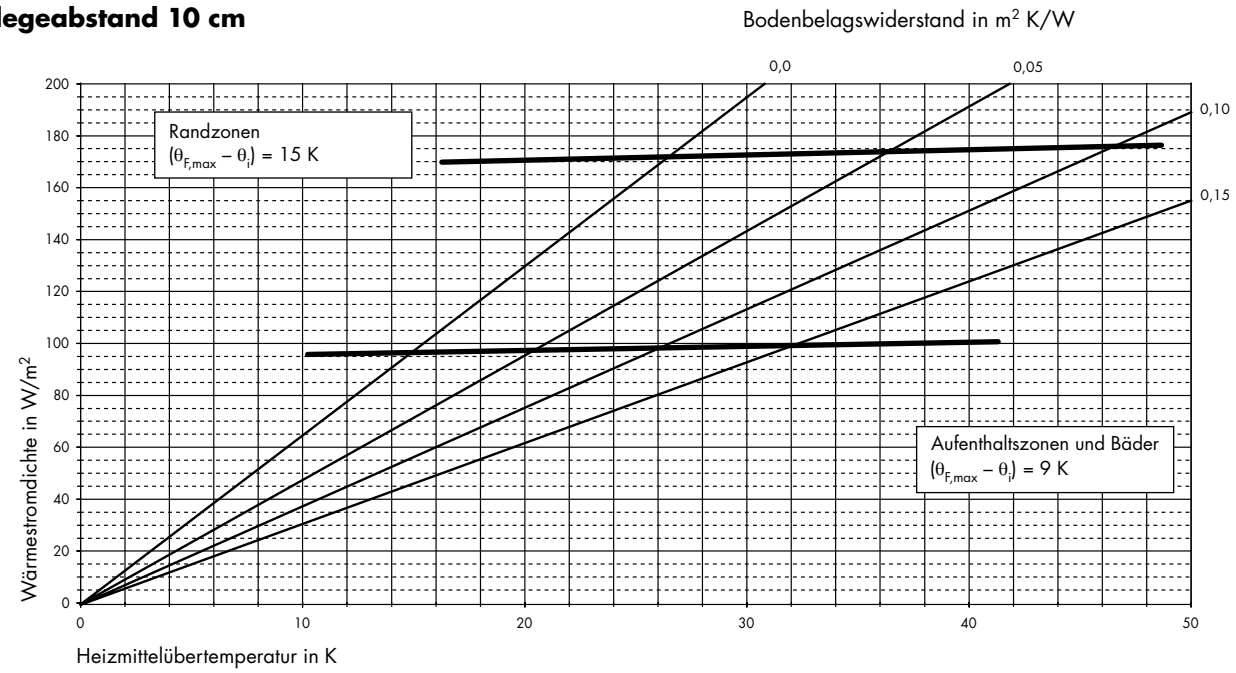
## Diagramme der wärmetechnischen Prüfungen

Die ***PRINETO*** Flächenheizungssysteme – Tackersystem, Noppenplattensystem 14 und Trockenfußbodenheizungs-System – sind nach DIN EN 1264-2 wärmetechnisch geprüft. Die Prüfnummern sind auf den folgenden Seiten für das jeweilige System angegeben.

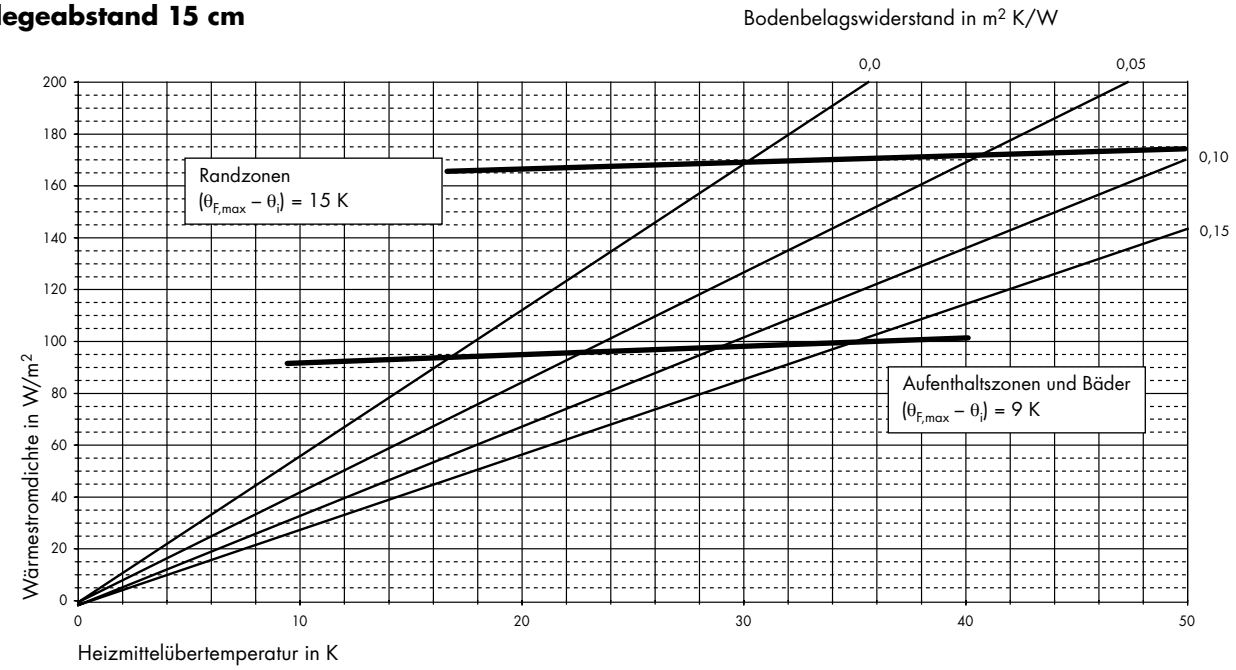
In den folgenden Diagrammen sind die systemspezifisch erreichbaren Wärmestromdichten der verschiedenen Systeme in Abhängigkeit von Verlegeabstand, Bodenbelagswiderstand und Heizmittelübertemperatur dargestellt.

## ***PRINETO*** Tackersystem

### Verlegeabstand 10 cm




### Verlegeabstand 15 cm



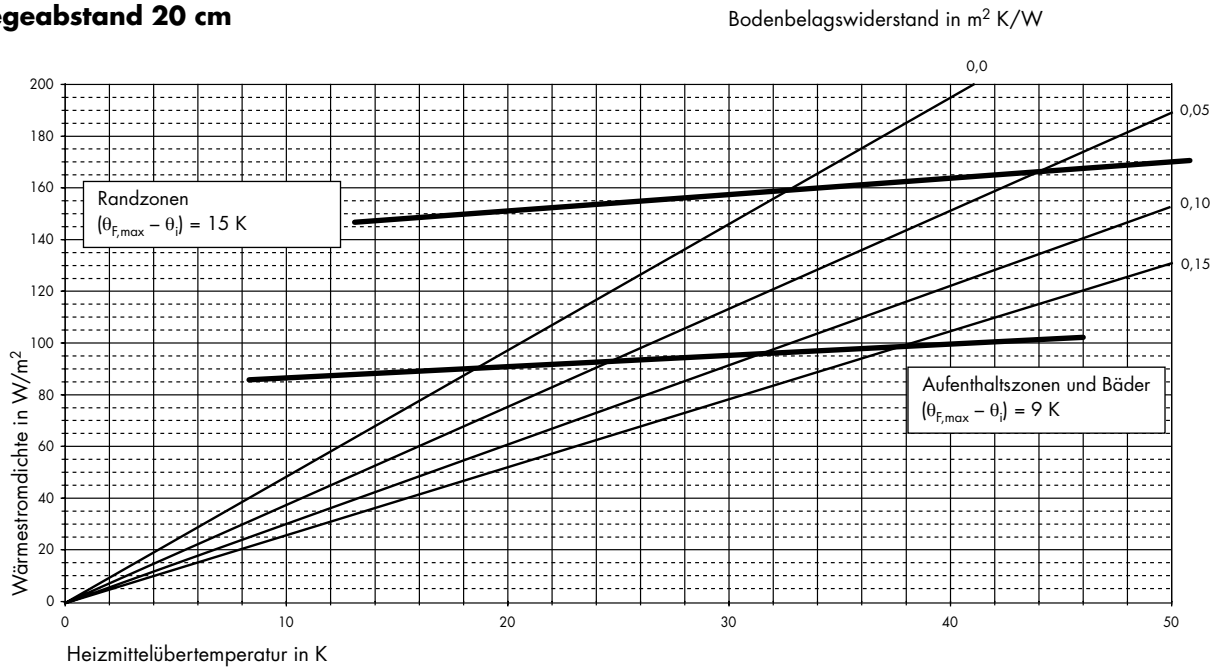

DIN-CERTCO 7F101
geprüft

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

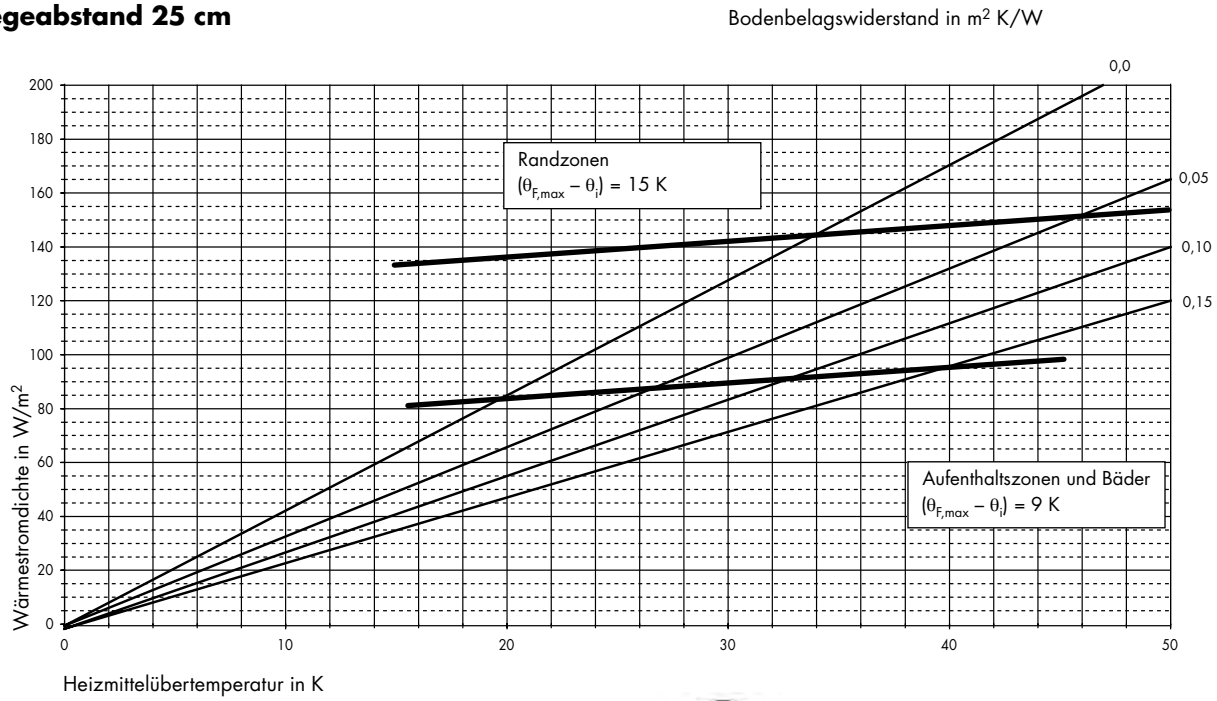


## ***PRINETO*** Tackersystem

### Verlegeabstand 20 cm



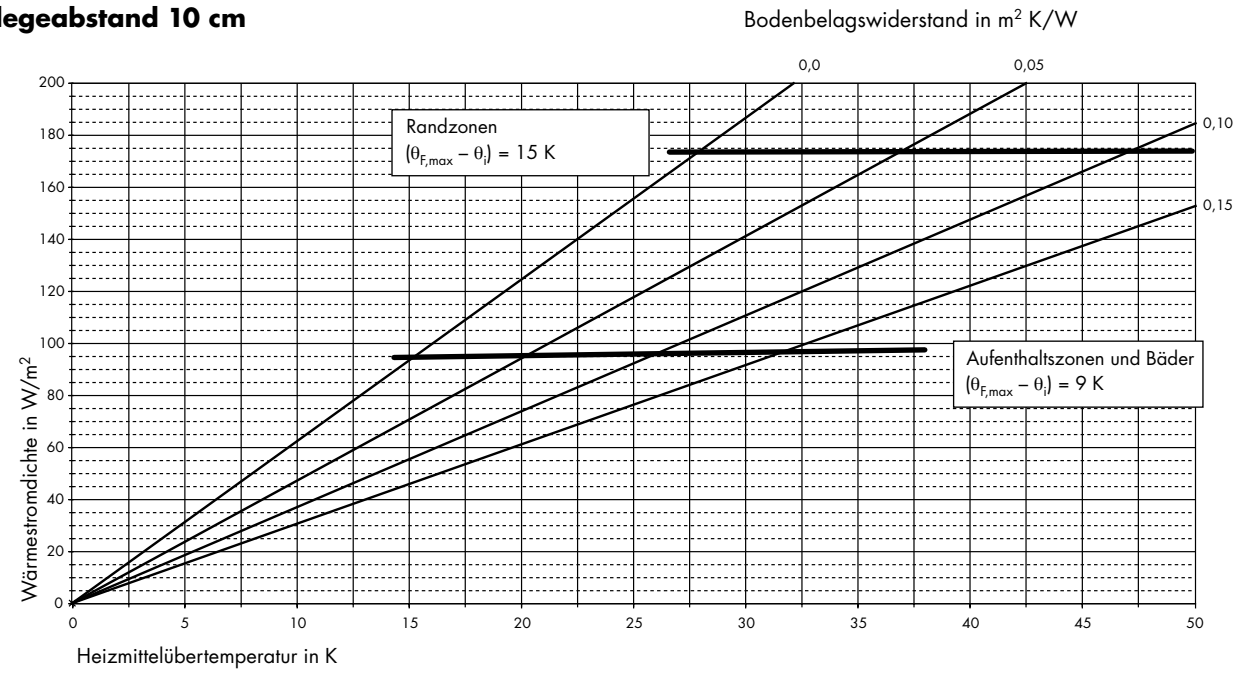

### Verlegeabstand 25 cm



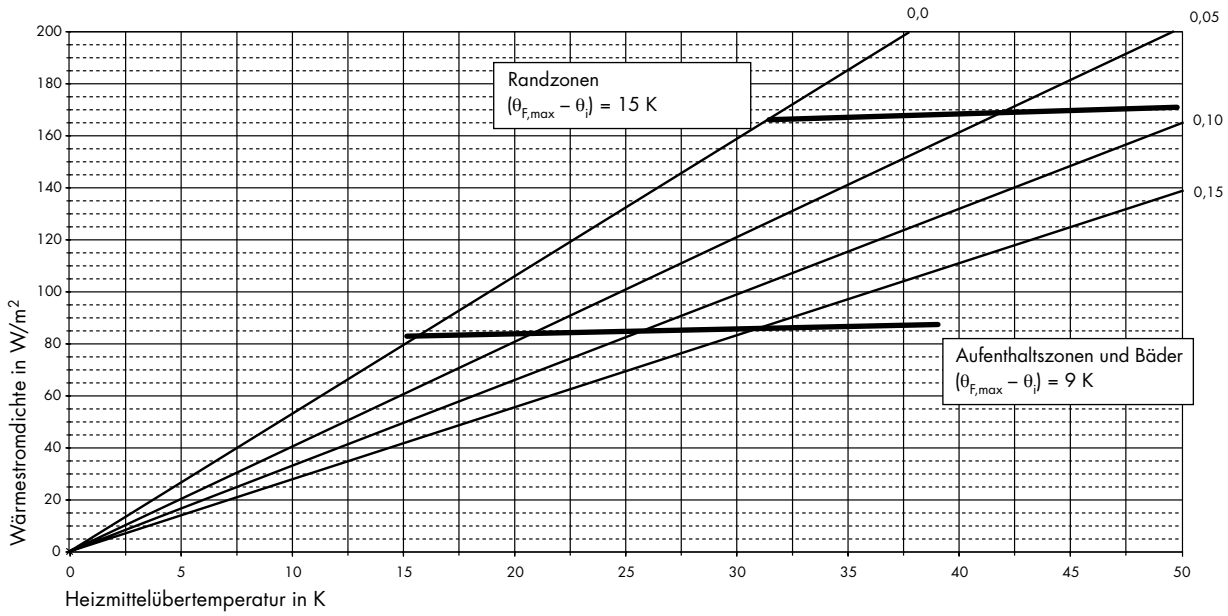

DIN-CERTCO 7F101
geprüft

## ***PRINETO*** Noppenplattensystem

### Verlegeabstand 10 cm



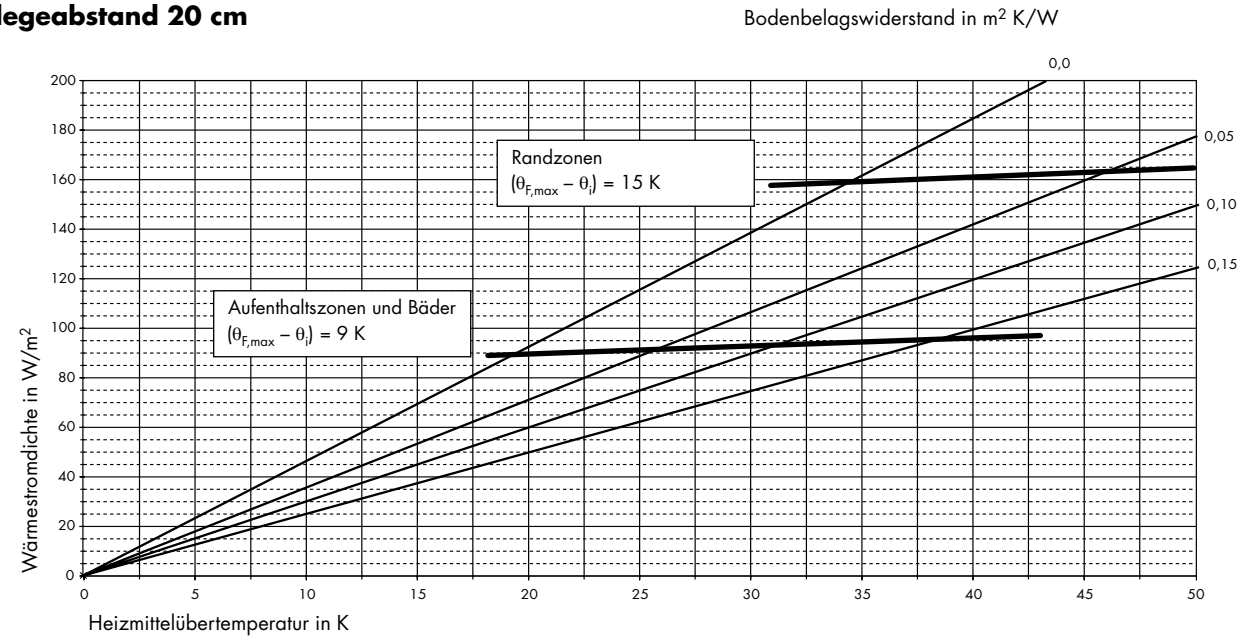

### Verlegeabstand 15 cm



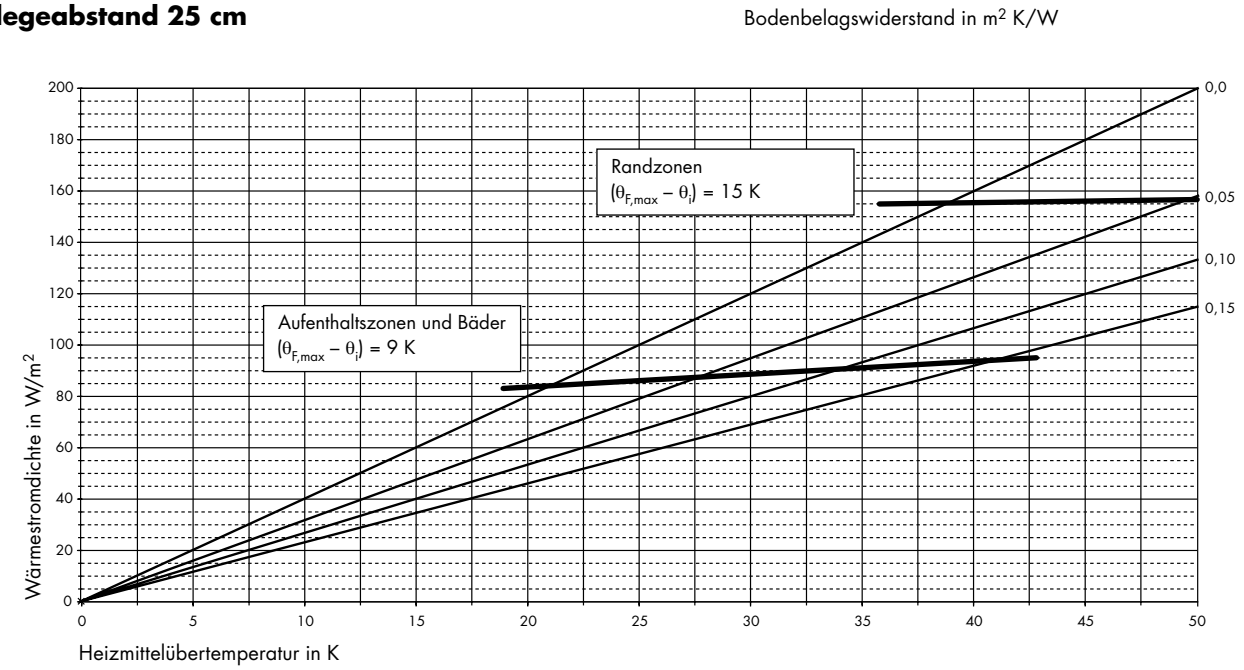
# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung

## ***PRINETO*** Noppenplattensystem

### Verlegeabstand 20 cm



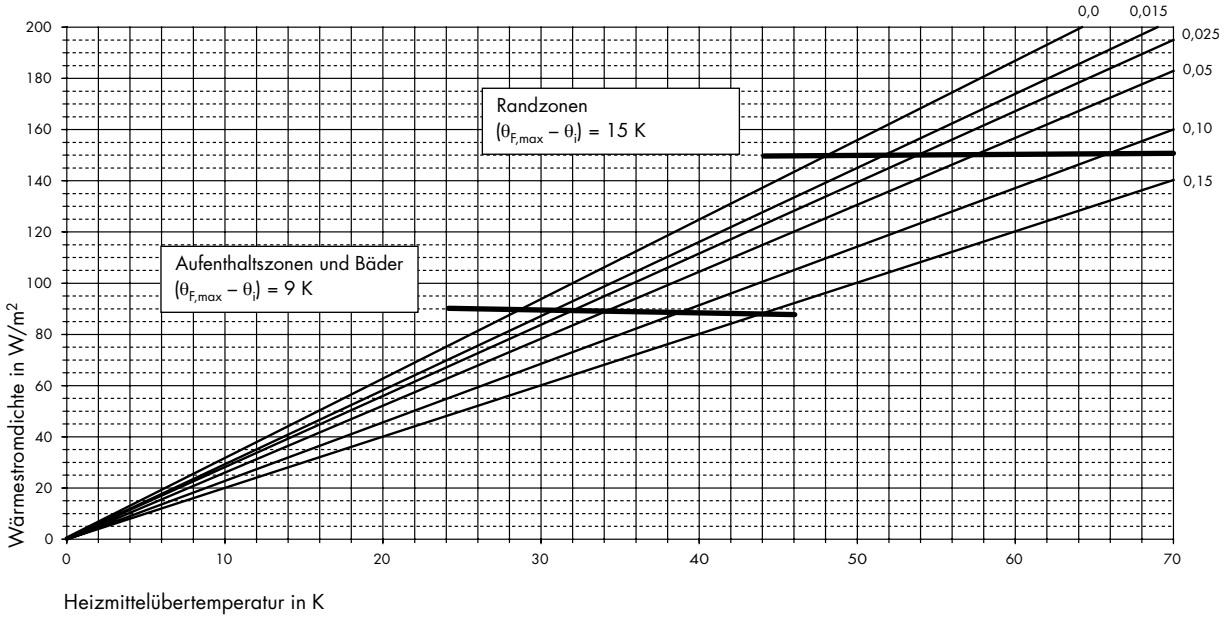

### Verlegeabstand 25 cm



## ***PRINETO*** Trockensystem

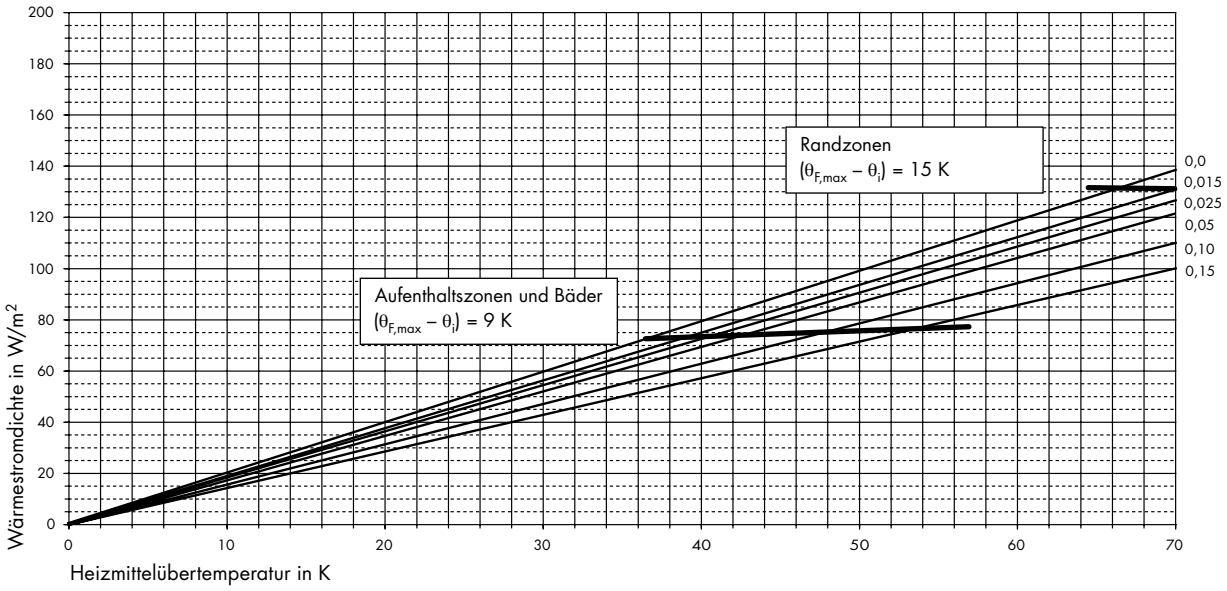
### Verlegeabstand 12 cm

Bodenbelagswiderstand in $m^2$ K/W




### Verlegeabstand 24 cm

Bodenbelagswiderstand in $m^2$ K/W



# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



## Druckverlusttabellen

**Druckverluste der Dimension 12 x 2,0 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 20 | 5,73 | 0,03 | 4,45 | 5,13 | 3,44 | 0,02 | 1,82 | 2,10 | 2,46 | 0,01 | 1,01 | 1,17 |
| 40 | 11,46 | 0,06 | 14,95 | 17,27 | 6,88 | 0,04 | 6,12 | 7,06 | 4,91 | 0,03 | 3,39 | 3,92 |
| 60 | 17,20 | 0,10 | 30,40 | 35,12 | 10,32 | 0,06 | 12,43 | 14,36 | 7,37 | 0,04 | 6,90 | 7,97 |
| 80 | 22,93 | 0,13 | 50,29 | 58,10 | 13,76 | 0,08 | 20,57 | 23,76 | 9,83 | 0,05 | 11,42 | 13,19 |
| 100 | 28,66 | 0,16 | 74,31 | 85,85 | 17,20 | 0,10 | 30,40 | 35,12 | 12,28 | 0,07 | 16,87 | 19,49 |
| 120 | 34,39 | 0,19 | 102,25 | 118,11 | 20,64 | 0,11 | 41,82 | 48,31 | 14,74 | 0,08 | 23,21 | 26,81 |
| 140 | 40,13 | 0,22 | 133,91 | 154,69 | 24,08 | 0,13 | 54,77 | 63,27 | 17,20 | 0,10 | 30,40 | 35,12 |
| 160 | 45,86 | 0,25 | 169,16 | 195,41 | 27,52 | 0,15 | 69,19 | 79,93 | 19,65 | 0,11 | 38,40 | 44,36 |
| 180 | 51,59 | 0,29 | 207,88 | 240,14 | 30,95 | 0,17 | 85,03 | 98,23 | 22,11 | 0,12 | 47,19 | 54,51 |
| 200 | 57,32 | 0,32 | 249,96 | 288,76 | 34,39 | 0,19 | 102,25 | 118,11 | 24,57 | 0,14 | 56,74 | 65,55 |
| 220 | 63,06 | 0,35 | 295,34 | 341,17 | 37,83 | 0,21 | 120,80 | 139,55 | 27,02 | 0,15 | 67,04 | 77,45 |
| 240 | 68,79 | 0,38 | 343,91 | 397,29 | 41,27 | 0,23 | 140,67 | 162,51 | 29,48 | 0,16 | 78,07 | 90,19 |
| 260 | 74,52 | 0,41 | 395,62 | 457,02 | 44,71 | 0,25 | 161,82 | 186,94 | 31,94 | 0,18 | 89,81 | 103,75 |
| 280 | 80,25 | 0,44 | 450,40 | 520,31 | 48,15 | 0,27 | 184,23 | 212,83 | 34,39 | 0,19 | 102,25 | 118,11 |
| 300 | 85,98 | 0,48 | 508,20 | 587,08 | 51,59 | 0,29 | 207,88 | 240,14 | 36,85 | 0,20 | 115,37 | 133,27 |
| 320 | 91,72 | 0,51 | 568,97 | 657,27 | 55,03 | 0,30 | 232,73 | 268,85 | 39,31 | 0,22 | 129,16 | 149,21 |
| 340 | | | | | 58,47 | 0,32 | 258,78 | 298,94 | 41,76 | 0,23 | 143,62 | 165,91 |
| 360 | | | | | 61,91 | 0,34 | 286,00 | 330,39 | 44,22 | 0,24 | 158,73 | 183,36 |
| 380 | | | | | 65,35 | 0,36 | 314,39 | 363,18 | 46,68 | 0,26 | 174,48 | 201,56 |
| 400 | | | | | 68,79 | 0,38 | 343,91 | 397,29 | 49,13 | 0,27 | 190,86 | 220,48 |
| 420 | | | | | 72,23 | 0,40 | 374,56 | 432,70 | 51,59 | 0,29 | 207,88 | 240,14 |
| 440 | | | | | 75,67 | 0,42 | 406,33 | 469,40 | 54,05 | 0,30 | 225,51 | 260,50 |
| 460 | | | | | 79,11 | 0,44 | 439,20 | 507,37 | 56,50 | 0,31 | 243,75 | 281,58 |
| 480 | | | | | 82,55 | 0,46 | 473,17 | 546,60 | 58,96 | 0,33 | 262,60 | 303,35 |
| 500 | | | | | 85,98 | 0,48 | 508,20 | 587,08 | 61,42 | 0,34 | 282,04 | 325,81 |
| 520 | | | | | 89,42 | 0,49 | 544,31 | 628,79 | 63,87 | 0,35 | 302,08 | 348,96 |
| 540 | | | | | 92,86 | 0,51 | 581,47 | 671,72 | 66,33 | 0,37 | 322,71 | 372,79 |
| 560 | | | | | | | | | 68,79 | 0,38 | 343,91 | 397,29 |
| 580 | | | | | | | | | 71,24 | 0,39 | 365,69 | 422,45 |
| 600 | | | | | | | | | 73,70 | 0,41 | 388,04 | 448,27 |
| 620 | | | | | | | | | 76,16 | 0,42 | 410,96 | 474,74 |
| 640 | | | | | | | | | 78,61 | 0,43 | 434,44 | 501,87 |
| 660 | | | | | | | | | 81,07 | 0,45 | 458,48 | 529,63 |
| 680 | | | | | | | | | 83,53 | 0,46 | 483,07 | 558,04 |
| 700 | | | | | | | | | 85,98 | 0,48 | 508,20 | 587,08 |
| 720 | | | | | | | | | 88,44 | 0,49 | 533,89 | 616,74 |
| 740 | | | | | | | | | 90,90 | 0,50 | 560,11 | 647,04 |

**Druckverluste der Dimension 14 x 2,0 [Stabil-Rohr und FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 100 | 28,66 | 0,10 | 25,75 | 29,74 | 17,20 | 0,06 | 10,53 | 12,17 | 12,28 | 0,04 | 5,85 | 6,75 |
| 120 | 34,39 | 0,12 | 35,43 | 40,92 | 20,64 | 0,07 | 14,49 | 16,74 | 14,74 | 0,05 | 8,04 | 9,29 |
| 140 | 40,13 | 0,14 | 46,40 | 53,60 | 24,08 | 0,09 | 18,98 | 21,92 | 17,20 | 0,06 | 10,53 | 12,17 |
| 160 | 45,86 | 0,16 | 58,61 | 67,70 | 27,52 | 0,10 | 23,97 | 27,69 | 19,65 | 0,07 | 13,30 | 15,37 |
| 180 | 51,59 | 0,18 | 72,02 | 83,20 | 30,95 | 0,11 | 29,46 | 34,03 | 22,11 | 0,08 | 16,35 | 18,89 |
| 200 | 57,32 | 0,20 | 86,61 | 100,05 | 34,39 | 0,12 | 35,43 | 40,92 | 24,57 | 0,09 | 19,66 | 22,71 |
| 220 | 63,06 | 0,22 | 102,33 | 118,21 | 37,83 | 0,13 | 41,86 | 48,35 | 27,02 | 0,10 | 23,23 | 26,83 |
| 240 | 68,79 | 0,24 | 119,16 | 137,65 | 41,27 | 0,15 | 48,74 | 56,30 | 29,48 | 0,10 | 27,05 | 31,25 |
| 260 | 74,52 | 0,26 | 137,07 | 158,35 | 44,71 | 0,16 | 56,07 | 64,77 | 31,94 | 0,11 | 31,12 | 35,95 |
| 280 | 80,25 | 0,28 | 156,06 | 180,28 | 48,15 | 0,17 | 63,83 | 73,74 | 34,39 | 0,12 | 35,43 | 40,92 |
| 300 | 85,98 | 0,30 | 176,08 | 203,41 | 51,59 | 0,18 | 72,02 | 83,20 | 36,85 | 0,13 | 39,97 | 46,18 |
| 320 | 91,72 | 0,32 | 197,14 | 227,73 | 55,03 | 0,19 | 80,64 | 93,15 | 39,31 | 0,14 | 44,75 | 51,70 |
| 340 | 97,45 | 0,34 | 219,20 | 253,22 | 58,47 | 0,21 | 89,66 | 103,58 | 41,76 | 0,15 | 49,76 | 57,48 |
| 360 | 103,18 | 0,36 | 242,26 | 279,86 | 61,91 | 0,22 | 99,09 | 114,47 | 44,22 | 0,16 | 55,00 | 63,53 |
| 380 | 108,91 | 0,39 | 266,30 | 307,63 | 65,35 | 0,23 | 108,93 | 125,83 | 46,68 | 0,17 | 60,45 | 69,83 |
| 400 | 114,65 | 0,41 | 291,31 | 336,52 | 68,79 | 0,24 | 119,16 | 137,65 | 49,13 | 0,17 | 66,13 | 76,39 |
| 420 | 120,38 | 0,43 | 317,28 | 366,52 | 72,23 | 0,26 | 129,78 | 149,92 | 51,59 | 0,18 | 72,02 | 83,20 |
| 440 | 126,11 | 0,45 | 344,19 | 397,61 | 75,67 | 0,27 | 140,79 | 162,64 | 54,05 | 0,19 | 78,13 | 90,26 |
| 460 | 131,84 | 0,47 | 372,03 | 429,77 | 79,11 | 0,28 | 152,18 | 175,79 | 56,50 | 0,20 | 84,45 | 97,56 |
| 480 | 137,58 | 0,49 | 400,80 | 463,00 | 82,55 | 0,29 | 163,94 | 189,39 | 58,96 | 0,21 | 90,98 | 105,10 |
| 500 | 143,31 | 0,51 | 430,48 | 497,29 | 85,98 | 0,30 | 176,08 | 203,41 | 61,42 | 0,22 | 97,72 | 112,89 |
| 520 | | | | | 89,42 | 0,32 | 188,59 | 217,86 | 63,87 | 0,23 | 104,66 | 120,91 |
| 540 | | | | | 92,86 | 0,33 | 201,47 | 232,74 | 66,33 | 0,23 | 111,81 | 129,16 |
| 560 | | | | | 96,30 | 0,34 | 214,71 | 248,03 | 68,79 | 0,24 | 119,16 | 137,65 |
| 580 | | | | | 99,74 | 0,35 | 228,31 | 263,74 | 71,24 | 0,25 | 126,70 | 146,37 |
| 600 | | | | | 103,18 | 0,36 | 242,26 | 279,86 | 73,70 | 0,26 | 134,45 | 155,32 |
| 620 | | | | | 106,62 | 0,38 | 256,57 | 296,39 | 76,16 | 0,27 | 142,39 | 164,49 |
| 640 | | | | | 110,06 | 0,39 | 271,23 | 313,32 | 78,61 | 0,28 | 150,53 | 173,89 |
| 660 | | | | | 113,50 | 0,40 | 286,23 | 330,66 | 81,07 | 0,29 | 158,85 | 183,51 |
| 680 | | | | | 116,94 | 0,41 | 301,58 | 348,39 | 83,53 | 0,30 | 167,37 | 193,35 |
| 700 | | | | | 120,38 | 0,43 | 317,28 | 366,52 | 85,98 | 0,30 | 176,08 | 203,41 |
| 720 | | | | | 123,82 | 0,44 | 333,31 | 385,04 | 88,44 | 0,31 | 184,98 | 213,69 |
| 740 | | | | | 127,26 | 0,45 | 349,68 | 403,95 | 90,90 | 0,32 | 194,07 | 224,18 |
| 760 | | | | | 130,70 | 0,46 | 366,39 | 423,25 | 93,35 | 0,33 | 203,34 | 234,90 |
| 780 | | | | | 134,14 | 0,47 | 383,43 | 442,94 | 95,81 | 0,34 | 212,79 | 245,82 |
| 800 | | | | | 137,58 | 0,49 | 400,80 | 463,00 | 98,27 | 0,35 | 222,43 | 256,96 |
| 820 | | | | | 141,01 | 0,50 | 418,50 | 483,45 | 100,72 | 0,36 | 232,26 | 268,30 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



### Fortsetzung Druckverluste der Dimension 14 x 2,0 [Stabil-Rohr und FHR]

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 840 | | | | | | | | | 103,18 | 0,36 | 242,26 | 279,86 |
| 860 | | | | | | | | | 105,64 | 0,37 | 252,44 | 291,62 |
| 880 | | | | | | | | | 108,09 | 0,38 | 262,81 | 303,60 |
| 900 | | | | | | | | | 110,55 | 0,39 | 273,35 | 315,77 |
| 920 | | | | | | | | | 113,01 | 0,40 | 284,07 | 328,16 |
| 940 | | | | | | | | | 115,46 | 0,41 | 294,96 | 340,74 |
| 960 | | | | | | | | | 117,92 | 0,42 | 306,03 | 353,53 |
| 980 | | | | | | | | | 120,38 | 0,43 | 317,28 | 366,52 |
| 1.000 | | | | | | | | | 122,84 | 0,43 | 328,70 | 379,71 |
| 1.020 | | | | | | | | | 125,29 | 0,44 | 340,29 | 393,10 |

### Druckverluste der Dimension 16 x 2,0 [Flächenheizrohr Stabil]

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 200 | 57,32 | 0,14 | 36,43 | 42,08 | 34,39 | 0,08 | 14,90 | 17,21 | 24,57 | 0,06 | 8,27 | 1100,29 | 9,55 |
| 230 | 65,92 | 0,16 | 46,52 | 53,74 | 39,55 | 0,10 | 19,03 | 21,98 | 28,25 | 0,07 | 10,56 | 1265,34 | 12,20 |
| 260 | 74,52 | 0,18 | 57,66 | 66,60 | 44,71 | 0,11 | 23,58 | 27,24 | 31,94 | 0,08 | 13,09 | 1430,38 | 15,12 |
| 290 | 83,12 | 0,20 | 69,80 | 80,63 | 49,87 | 0,12 | 28,55 | 32,98 | 35,62 | 0,09 | 15,84 | 1595,43 | 18,30 |
| 320 | 91,72 | 0,23 | 82,92 | 95,79 | 55,03 | 0,14 | 33,92 | 39,18 | 39,31 | 0,10 | 18,82 | 1760,47 | 21,74 |
| 350 | 100,32 | 0,25 | 97,00 | 112,05 | 60,19 | 0,15 | 39,68 | 45,83 | 42,99 | 0,11 | 22,02 | 1925,51 | 25,44 |
| 380 | 108,91 | 0,27 | 112,01 | 129,40 | 65,35 | 0,16 | 45,82 | 52,93 | 46,68 | 0,11 | 25,43 | 2090,56 | 29,37 |
| 410 | 117,51 | 0,29 | 127,94 | 147,80 | 70,51 | 0,17 | 52,33 | 60,46 | 50,36 | 0,12 | 29,04 | 2255,60 | 33,55 |
| 440 | 126,11 | 0,31 | 144,77 | 167,24 | 75,67 | 0,19 | 59,22 | 68,41 | 54,05 | 0,13 | 32,86 | 2420,65 | 37,96 |
| 470 | 134,71 | 0,33 | 162,49 | 187,70 | 80,83 | 0,20 | 66,46 | 76,78 | 57,73 | 0,14 | 36,89 | 2585,69 | 42,61 |
| 500 | 143,31 | 0,35 | 181,07 | 209,17 | 85,98 | 0,21 | 74,06 | 85,56 | 61,42 | 0,15 | 41,10 | 2750,73 | 47,48 |
| 530 | 151,91 | 0,37 | 200,51 | 231,62 | 91,14 | 0,22 | 82,01 | 94,74 | 65,10 | 0,16 | 45,52 | 2915,78 | 52,58 |
| 560 | 160,50 | 0,39 | 220,79 | 255,05 | 96,30 | 0,24 | 90,31 | 104,33 | 68,79 | 0,17 | 50,12 | 3080,82 | 57,90 |
| 590 | 169,10 | 0,42 | 241,90 | 279,44 | 101,46 | 0,25 | 98,95 | 114,30 | 72,47 | 0,18 | 54,91 | 3245,86 | 63,44 |
| 620 | 177,70 | 0,44 | 263,83 | 304,78 | 106,62 | 0,26 | 107,92 | 124,67 | 76,16 | 0,19 | 59,89 | 3410,91 | 69,19 |
| 650 | 186,30 | 0,46 | 286,58 | 331,05 | 111,78 | 0,27 | 117,22 | 135,41 | 79,84 | 0,20 | 65,06 | 3575,95 | 75,15 |
| 680 | 194,90 | 0,48 | 310,12 | 358,25 | 116,94 | 0,29 | 126,85 | 146,54 | 83,53 | 0,21 | 70,40 | 3741,00 | 81,33 |
| 710 | 203,50 | 0,50 | 334,46 | 386,37 | 122,10 | 0,30 | 136,81 | 158,04 | 87,21 | 0,21 | 75,93 | 3906,04 | 87,71 |
| 740 | | | | | 127,26 | 0,31 | 147,08 | 169,91 | 90,90 | 0,22 | 81,63 | 4071,08 | 94,30 |
| 770 | | | | | 132,42 | 0,33 | 157,68 | 182,15 | 94,58 | 0,23 | 87,51 | 4236,13 | 101,09 |
| 800 | | | | | 137,58 | 0,34 | 168,58 | 194,75 | 98,27 | 0,24 | 93,56 | 4401,17 | 108,08 |
| 830 | | | | | 142,73 | 0,35 | 179,80 | 207,71 | 101,95 | 0,25 | 99,79 | 4566,22 | 115,27 |
| 860 | | | | | 147,89 | 0,36 | 191,33 | 221,02 | 105,64 | 0,26 | 106,18 | 4731,26 | 122,66 |

**Fortsetzung Druckverluste der Dimension 16 x 2,0 [Flächenheizrohr Stabil]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 890 | | | | | 153,05 | 0,38 | 203,16 | 234,69 | 109,32 | 0,27 | 112,75 | 4896,30 | 130,25 |
| 920 | | | | | 158,21 | 0,39 | 215,30 | 248,71 | 113,01 | 0,28 | 119,48 | 5061,35 | 138,03 |
| 950 | | | | | 163,37 | 0,40 | 227,73 | 263,08 | 116,69 | 0,29 | 126,39 | 5226,39 | 146,00 |
| 980 | | | | | 168,53 | 0,41 | 240,47 | 277,79 | 120,38 | 0,30 | 133,45 | 5391,44 | 154,16 |
| 1.010 | | | | | 173,69 | 0,43 | 253,50 | 292,84 | 124,06 | 0,30 | 140,68 | 5556,48 | 162,52 |
| 1.040 | | | | | 178,85 | 0,44 | 266,82 | 308,23 | 127,75 | 0,31 | 148,08 | 5721,52 | 171,06 |
| 1.070 | | | | | 184,01 | 0,45 | 280,43 | 323,96 | 131,43 | 0,32 | 155,63 | 5886,57 | 179,79 |
| 1.100 | | | | | 189,17 | 0,46 | 294,34 | 340,02 | 135,12 | 0,33 | 163,35 | 6051,61 | 188,70 |
| 1.130 | | | | | 194,33 | 0,48 | 308,53 | 356,41 | 138,80 | 0,34 | 171,23 | 6216,66 | 197,80 |
| 1.160 | | | | | 199,48 | 0,49 | 323,00 | 373,13 | 142,49 | 0,35 | 179,26 | 6381,70 | 207,08 |
| 1.190 | | | | | 204,64 | 0,50 | 337,76 | 390,19 | 146,17 | 0,36 | 187,45 | 6546,74 | 216,54 |
| 1.220 | | | | | | | | | 149,86 | 0,37 | 195,80 | 6711,79 | 226,19 |
| 1.220 | | | | | | | | | 149,86 | 0,37 | 195,80 | 6711,79 | 226,19 |
| 1.250 | | | | | | | | | 153,54 | 0,38 | 204,30 | 6876,83 | 236,01 |
| 1.280 | | | | | | | | | 157,23 | 0,39 | 212,96 | 7041,88 | 246,01 |
| 1.310 | | | | | | | | | 160,91 | 0,40 | 221,77 | 7206,92 | 256,19 |
| 1.340 | | | | | | | | | 164,60 | 0,40 | 230,74 | 7371,96 | 266,55 |
| 1.370 | | | | | | | | | 168,28 | 0,41 | 239,85 | 7537,01 | 277,08 |
| 1.400 | | | | | | | | | 171,97 | 0,42 | 249,12 | 7702,05 | 287,78 |
| 1.430 | | | | | | | | | 175,65 | 0,43 | 258,54 | 7867,10 | 298,66 |
| 1.460 | | | | | | | | | 179,34 | 0,44 | 268,10 | 8032,14 | 309,71 |
| 1.490 | | | | | | | | | 183,02 | 0,45 | 277,82 | 8197,18 | 320,93 |
| 1.520 | | | | | | | | | 186,71 | 0,46 | 287,68 | 8362,23 | 332,33 |
| 1.550 | | | | | | | | | 190,39 | 0,47 | 297,69 | 8527,27 | 343,89 |
| 1.580 | | | | | | | | | 194,08 | 0,48 | 307,85 | 8692,32 | 355,62 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



**Druckverluste der Dimension 16 x 2,2 [Heiz, Stabil]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 200 | 57,32 | 0,15 | 42,79 | 49,44 | 34,39 | 0,09 | 17,50 | 20,22 | 24,57 | 0,06 | 9,71 | 11,22 |
| 230 | 65,92 | 0,17 | 54,65 | 63,13 | 39,55 | 0,10 | 22,35 | 25,82 | 28,25 | 0,07 | 12,41 | 14,33 |
| 260 | 74,52 | 0,20 | 67,73 | 78,24 | 44,71 | 0,12 | 27,70 | 32,00 | 31,94 | 0,08 | 15,38 | 17,76 |
| 290 | 83,12 | 0,22 | 81,99 | 94,72 | 49,87 | 0,13 | 33,54 | 38,74 | 35,62 | 0,09 | 18,61 | 21,50 |
| 320 | 91,72 | 0,24 | 97,41 | 112,52 | 55,03 | 0,14 | 39,84 | 46,03 | 39,31 | 0,10 | 22,11 | 25,54 |
| 350 | 100,32 | 0,26 | 113,95 | 131,63 | 60,19 | 0,16 | 46,61 | 53,84 | 42,99 | 0,11 | 25,87 | 29,88 |
| 380 | 108,91 | 0,29 | 131,58 | 152,00 | 65,35 | 0,17 | 53,82 | 62,18 | 46,68 | 0,12 | 29,87 | 34,51 |
| 410 | 117,51 | 0,31 | 150,30 | 173,62 | 70,51 | 0,19 | 61,48 | 71,02 | 50,36 | 0,13 | 34,12 | 39,41 |
| 440 | 126,11 | 0,33 | 170,07 | 196,46 | 75,67 | 0,20 | 69,56 | 80,36 | 54,05 | 0,14 | 38,61 | 44,60 |
| 470 | 134,71 | 0,35 | 190,88 | 220,50 | 80,83 | 0,21 | 78,08 | 90,19 | 57,73 | 0,15 | 43,33 | 50,05 |
| 500 | 143,31 | 0,38 | 212,70 | 245,72 | 85,98 | 0,23 | 87,00 | 100,51 | 61,42 | 0,16 | 48,29 | 55,78 |
| 530 | 151,91 | 0,40 | 235,54 | 272,09 | 91,14 | 0,24 | 96,34 | 111,30 | 65,10 | 0,17 | 53,47 | 61,77 |
| 560 | 160,50 | 0,42 | 259,36 | 299,62 | 96,30 | 0,25 | 106,09 | 122,55 | 68,79 | 0,18 | 58,88 | 68,01 |
| 590 | 169,10 | 0,44 | 284,16 | 328,27 | 101,46 | 0,27 | 116,23 | 134,27 | 72,47 | 0,19 | 64,51 | 74,52 |
| 620 | 177,70 | 0,47 | 309,93 | 358,03 | 106,62 | 0,28 | 126,77 | 146,45 | 76,16 | 0,20 | 70,36 | 81,28 |
| 650 | 186,30 | 0,49 | 336,65 | 388,90 | 111,78 | 0,29 | 137,70 | 159,07 | 79,84 | 0,21 | 76,42 | 88,28 |
| 680 | 194,90 | 0,51 | 364,31 | 420,85 | 116,94 | 0,31 | 149,02 | 172,14 | 83,53 | 0,22 | 82,70 | 95,54 |
| 710 | | | | | 122,10 | 0,32 | 160,71 | 185,65 | 87,21 | 0,23 | 89,19 | 103,03 |
| 740 | | | | | 127,26 | 0,33 | 172,78 | 199,60 | 90,90 | 0,24 | 95,89 | 110,77 |
| 770 | | | | | 132,42 | 0,35 | 185,23 | 213,97 | 94,58 | 0,25 | 102,80 | 118,75 |
| 800 | | | | | 137,58 | 0,36 | 198,04 | 228,77 | 98,27 | 0,26 | 109,91 | 126,96 |
| 830 | | | | | 142,73 | 0,38 | 211,22 | 244,00 | 101,95 | 0,27 | 117,22 | 135,41 |
| 860 | | | | | 147,89 | 0,39 | 224,76 | 259,64 | 105,64 | 0,28 | 124,74 | 144,09 |
| 890 | | | | | 153,05 | 0,40 | 238,66 | 275,70 | 109,32 | 0,29 | 132,45 | 153,01 |
| 920 | | | | | 158,21 | 0,42 | 252,91 | 292,16 | 113,01 | 0,30 | 140,36 | 162,15 |
| 950 | | | | | 163,37 | 0,43 | 267,52 | 309,04 | 116,69 | 0,31 | 148,47 | 171,51 |
| 980 | | | | | 168,53 | 0,44 | 282,48 | 326,32 | 120,38 | 0,32 | 156,77 | 181,10 |
| 1.010 | | | | | 173,69 | 0,46 | 297,79 | 344,00 | 124,06 | 0,33 | 165,27 | 190,91 |
| 1.040 | | | | | 178,85 | 0,47 | 313,44 | 362,08 | 127,75 | 0,34 | 173,95 | 200,95 |
| 1.070 | | | | | 184,01 | 0,48 | 329,43 | 380,56 | 131,43 | 0,35 | 182,83 | 211,20 |
| 1.100 | | | | | 189,17 | 0,50 | 345,76 | 399,43 | 135,12 | 0,36 | 191,89 | 221,67 |
| 1.130 | | | | | | | | | 138,80 | 0,36 | 201,14 | 232,36 |
| 1.160 | | | | | | | | | 142,49 | 0,37 | 210,58 | 243,26 |
| 1.190 | | | | | | | | | 146,17 | 0,38 | 220,20 | 254,38 |
| 1.220 | | | | | | | | | 149,86 | 0,39 | 230,01 | 265,71 |
| 1.250 | | | | | | | | | 153,54 | 0,40 | 240,00 | 277,25 |
| 1.280 | | | | | | | | | 157,23 | 0,41 | 250,17 | 289,00 |

**Fortsetzung Druckverluste der Dimension 16 x 2,2 [Heiz, Stabil]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 1.310 | | | | | | | | | 160,91 | 0,42 | 260,52 | 300,95 |
| 1.340 | | | | | | | | | 164,60 | 0,43 | 271,05 | 313,12 |
| 1.370 | | | | | | | | | 168,28 | 0,44 | 281,76 | 325,49 |
| 1.400 | | | | | | | | | 171,97 | 0,45 | 292,65 | 338,06 |
| 1.430 | | | | | | | | | 175,65 | 0,46 | 303,71 | 350,84 |
| 1.460 | | | | | | | | | 179,34 | 0,47 | 314,95 | 363,83 |
| 1.490 | | | | | | | | | 183,02 | 0,48 | 326,36 | 377,01 |
| 1.520 | | | | | | | | | 186,71 | 0,49 | 337,94 | 390,39 |
| 1.550 | | | | | | | | | 190,39 | 0,50 | 349,70 | 403,98 |
| 1.580 | | | | | | | | | 194,08 | 0,51 | 361,63 | 417,76 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



**Druckverluste der Dimension 17 x 2,0 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 200 | 57,32 | 0,12 | 24,91 | 28,77 | 34,39 | 0,07 | 10,19 | 11,77 | 24,57 | 0,05 | 5,65 | 6,53 |
| 240 | 68,79 | 0,14 | 34,27 | 39,59 | 41,27 | 0,09 | 14,02 | 16,19 | 29,48 | 0,06 | 7,78 | 8,99 |
| 280 | 80,25 | 0,17 | 44,88 | 51,84 | 48,15 | 0,10 | 18,36 | 21,21 | 34,39 | 0,07 | 10,19 | 11,77 |
| 320 | 91,72 | 0,19 | 56,69 | 65,49 | 55,03 | 0,12 | 23,19 | 26,79 | 39,31 | 0,08 | 12,87 | 14,87 |
| 360 | 103,18 | 0,22 | 69,67 | 80,48 | 61,91 | 0,13 | 28,50 | 32,92 | 44,22 | 0,09 | 15,82 | 18,27 |
| 400 | 114,65 | 0,24 | 83,78 | 96,78 | 68,79 | 0,14 | 34,27 | 39,59 | 49,13 | 0,10 | 19,02 | 21,97 |
| 440 | 126,11 | 0,26 | 98,98 | 114,35 | 75,67 | 0,16 | 40,49 | 46,77 | 54,05 | 0,11 | 22,47 | 25,96 |
| 480 | 137,58 | 0,29 | 115,26 | 133,15 | 82,55 | 0,17 | 47,15 | 54,46 | 58,96 | 0,12 | 26,17 | 30,23 |
| 520 | 149,04 | 0,31 | 132,60 | 153,17 | 89,42 | 0,19 | 54,24 | 62,65 | 63,87 | 0,13 | 30,10 | 34,77 |
| 560 | 160,50 | 0,34 | 150,96 | 174,38 | 96,30 | 0,20 | 61,75 | 71,33 | 68,79 | 0,14 | 34,27 | 39,59 |
| 600 | 171,97 | 0,36 | 170,33 | 196,76 | 103,18 | 0,22 | 69,67 | 80,48 | 73,70 | 0,15 | 38,67 | 44,67 |
| 640 | 183,43 | 0,38 | 190,69 | 220,29 | 110,06 | 0,23 | 78,00 | 90,11 | 78,61 | 0,16 | 43,29 | 50,01 |
| 680 | 194,90 | 0,41 | 212,04 | 244,95 | 116,94 | 0,24 | 86,73 | 100,19 | 83,53 | 0,17 | 48,13 | 55,60 |
| 720 | 206,36 | 0,43 | 234,34 | 270,71 | 123,82 | 0,26 | 95,86 | 110,73 | 88,44 | 0,19 | 53,20 | 61,45 |
| 760 | 217,83 | 0,46 | 257,60 | 297,58 | 130,70 | 0,27 | 105,37 | 121,72 | 93,35 | 0,20 | 58,48 | 67,55 |
| 800 | 229,29 | 0,48 | 281,79 | 325,53 | 137,58 | 0,29 | 115,26 | 133,15 | 98,27 | 0,21 | 63,97 | 73,90 |
| 840 | 240,76 | 0,50 | 306,91 | 354,54 | 144,45 | 0,30 | 125,54 | 145,02 | 103,18 | 0,22 | 69,67 | 80,48 |
| 880 | | | | | 151,33 | 0,32 | 136,19 | 157,32 | 108,09 | 0,23 | 75,58 | 87,31 |
| 920 | | | | | 158,21 | 0,33 | 147,20 | 170,05 | 113,01 | 0,24 | 81,69 | 94,37 |
| 960 | | | | | 165,09 | 0,35 | 158,58 | 183,20 | 117,92 | 0,25 | 88,01 | 101,67 |
| 1.000 | | | | | 171,97 | 0,36 | 170,33 | 196,76 | 122,84 | 0,26 | 94,53 | 109,20 |
| 1.040 | | | | | 178,85 | 0,37 | 182,43 | 210,74 | 127,75 | 0,27 | 101,24 | 116,96 |
| 1.080 | | | | | 185,73 | 0,39 | 194,89 | 225,13 | 132,66 | 0,28 | 108,16 | 124,94 |
| 1.120 | | | | | 192,61 | 0,40 | 207,69 | 239,92 | 137,58 | 0,29 | 115,26 | 133,15 |
| 1.160 | | | | | 199,48 | 0,42 | 220,85 | 255,12 | 142,49 | 0,30 | 122,56 | 141,59 |
| 1.200 | | | | | 206,36 | 0,43 | 234,34 | 270,71 | 147,40 | 0,31 | 130,06 | 150,24 |
| 1.240 | | | | | 213,24 | 0,45 | 248,18 | 286,70 | 152,32 | 0,32 | 137,74 | 159,11 |
| 1.280 | | | | | 220,12 | 0,46 | 262,36 | 303,08 | 157,23 | 0,33 | 145,61 | 168,20 |
| 1.320 | | | | | 227,00 | 0,48 | 276,88 | 319,85 | 162,14 | 0,34 | 153,66 | 177,51 |
| 1.360 | | | | | 233,88 | 0,49 | 291,73 | 337,01 | 167,06 | 0,35 | 161,90 | 187,03 |
| 1.400 | | | | | 240,76 | 0,50 | 306,91 | 354,54 | 171,97 | 0,36 | 170,33 | 196,76 |
| 1.440 | | | | | | | | | 176,88 | 0,37 | 178,94 | 206,71 |
| 1.480 | | | | | | | | | 181,80 | 0,38 | 187,72 | 216,86 |
| 1.520 | | | | | | | | | 186,71 | 0,39 | 196,69 | 227,22 |

**Fortsetzung Druckverluste der Dimension 17 x 2,0 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 1.600 | | | | | | | | | 196,54 | 0,41 | 215,17 | 248,56 |
| 1.640 | | | | | | | | | 201,45 | 0,42 | 224,67 | 259,54 |
| 1.680 | | | | | | | | | 206,36 | 0,43 | 234,34 | 270,71 |
| 1.720 | | | | | | | | | 211,28 | 0,44 | 244,20 | 282,09 |
| 1.760 | | | | | | | | | 216,19 | 0,45 | 254,22 | 293,67 |
| 1.800 | | | | | | | | | 221,10 | 0,46 | 264,42 | 305,45 |
| 1.840 | | | | | | | | | 226,02 | 0,47 | 274,79 | 317,43 |
| 1.880 | | | | | | | | | 230,93 | 0,48 | 285,32 | 329,61 |
| 1.920 | | | | | | | | | 235,84 | 0,49 | 296,03 | 341,98 |
| 1.960 | | | | | | | | | 240,76 | 0,50 | 306,91 | 354,54 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



**Druckverluste der Dimension 20 x 2,0 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 500 | 143,31 | 0,20 | 46,17 | 53,34 | 85,98 | 0,12 | 18,89 | 21,82 | 61,42 | 0,08 | 10,48 | 12,11 |
| 550 | 157,64 | 0,22 | 54,55 | 63,02 | 94,58 | 0,13 | 22,31 | 25,78 | 67,56 | 0,09 | 12,38 | 14,31 |
| 600 | 171,97 | 0,24 | 63,53 | 73,38 | 103,18 | 0,14 | 25,98 | 30,02 | 73,70 | 0,10 | 14,42 | 16,66 |
| 650 | 186,30 | 0,26 | 73,08 | 84,42 | 111,78 | 0,15 | 29,89 | 34,53 | 79,84 | 0,11 | 16,59 | 19,16 |
| 700 | 200,63 | 0,28 | 83,20 | 96,11 | 120,38 | 0,17 | 34,03 | 39,31 | 85,98 | 0,12 | 18,89 | 21,82 |
| 750 | 214,96 | 0,30 | 93,87 | 108,44 | 128,98 | 0,18 | 38,40 | 44,36 | 92,13 | 0,13 | 21,31 | 24,62 |
| 800 | 229,29 | 0,32 | 105,10 | 121,41 | 137,58 | 0,19 | 42,99 | 49,66 | 98,27 | 0,14 | 23,86 | 27,56 |
| 850 | 243,62 | 0,34 | 116,86 | 135,00 | 146,17 | 0,20 | 47,80 | 55,22 | 104,41 | 0,14 | 26,53 | 30,65 |
| 900 | 257,95 | 0,36 | 129,15 | 149,20 | 154,77 | 0,21 | 52,83 | 61,03 | 110,55 | 0,15 | 29,32 | 33,87 |
| 950 | 272,28 | 0,38 | 141,97 | 164,00 | 163,37 | 0,23 | 58,07 | 67,08 | 116,69 | 0,16 | 32,23 | 37,23 |
| 1.000 | 286,62 | 0,40 | 155,30 | 179,41 | 171,97 | 0,24 | 63,53 | 73,38 | 122,84 | 0,17 | 35,26 | 40,73 |
| 1.050 | 300,95 | 0,42 | 169,15 | 195,40 | 180,57 | 0,25 | 69,19 | 79,93 | 128,98 | 0,18 | 38,40 | 44,36 |
| 1.100 | 315,28 | 0,44 | 183,49 | 211,97 | 189,17 | 0,26 | 75,06 | 86,70 | 135,12 | 0,19 | 41,65 | 48,12 |
| 1.150 | 329,61 | 0,46 | 198,34 | 229,12 | 197,76 | 0,27 | 81,13 | 93,72 | 141,26 | 0,20 | 45,02 | 52,01 |
| 1.200 | 343,94 | 0,48 | 213,67 | 246,84 | 206,36 | 0,29 | 87,40 | 100,97 | 147,40 | 0,20 | 48,51 | 56,03 |
| 1.250 | 358,27 | 0,49 | 229,50 | 265,11 | 214,96 | 0,30 | 93,87 | 108,44 | 153,54 | 0,21 | 52,10 | 60,18 |
| 1.300 | 372,60 | 0,51 | 245,80 | 283,95 | 223,56 | 0,31 | 100,54 | 116,15 | 159,69 | 0,22 | 55,80 | 64,46 |
| 1.350 | | | | | 232,16 | 0,32 | 107,41 | 124,08 | 165,83 | 0,23 | 59,61 | 68,86 |
| 1.400 | | | | | 240,76 | 0,33 | 114,46 | 132,23 | 171,97 | 0,24 | 63,53 | 73,38 |
| 1.450 | | | | | 249,36 | 0,34 | 121,71 | 140,60 | 178,11 | 0,25 | 67,55 | 78,03 |
| 1.500 | | | | | 257,95 | 0,36 | 129,15 | 149,20 | 184,25 | 0,25 | 71,68 | 82,80 |
| 1.550 | | | | | 266,55 | 0,37 | 136,78 | 158,01 | 190,39 | 0,26 | 75,91 | 87,69 |
| 1.600 | | | | | 275,15 | 0,38 | 144,60 | 167,04 | 196,54 | 0,27 | 80,25 | 92,70 |
| 1.650 | | | | | 283,75 | 0,39 | 152,60 | 176,28 | 202,68 | 0,28 | 84,69 | 97,83 |
| 1.700 | | | | | 292,35 | 0,40 | 160,78 | 185,73 | 208,82 | 0,29 | 89,23 | 103,08 |
| 1.750 | | | | | 300,95 | 0,42 | 169,15 | 195,40 | 214,96 | 0,30 | 93,87 | 108,44 |
| 1.800 | | | | | 309,54 | 0,43 | 177,70 | 205,27 | 221,10 | 0,31 | 98,62 | 113,92 |
| 1.850 | | | | | 318,14 | 0,44 | 186,42 | 215,36 | 227,24 | 0,31 | 103,46 | 119,52 |
| 1.900 | | | | | 326,74 | 0,45 | 195,33 | 225,64 | 233,39 | 0,32 | 108,40 | 125,23 |
| 1.950 | | | | | 335,34 | 0,46 | 204,41 | 236,14 | 239,53 | 0,33 | 113,44 | 131,05 |
| 2.000 | | | | | 343,94 | 0,48 | 213,67 | 246,84 | 245,67 | 0,34 | 118,58 | 136,99 |
| 2.050 | | | | | 352,54 | 0,49 | 223,11 | 257,74 | 251,81 | 0,35 | 123,82 | 143,04 |
| 2.100 | | | | | 361,13 | 0,50 | 232,72 | 268,84 | 257,95 | 0,36 | 129,15 | 149,20 |
| 2.150 | | | | | | | | | 264,10 | 0,36 | 134,58 | 155,47 |

**Fortsetzung Druckverluste der Dimension 20 x 2,0 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 2.200 | | | | | | | | | 270,24 | 0,37 | 140,11 | 161,85 |
| 2.250 | | | | | | | | | 276,38 | 0,38 | 145,73 | 168,34 |
| 2.300 | | | | | | | | | 282,52 | 0,39 | 151,44 | 174,95 |
| 2.350 | | | | | | | | | 288,66 | 0,40 | 157,25 | 181,66 |
| 2.400 | | | | | | | | | 294,80 | 0,41 | 163,15 | 188,47 |
| 2.450 | | | | | | | | | 300,95 | 0,42 | 169,15 | 195,40 |
| 2.500 | | | | | | | | | 307,09 | 0,42 | 175,23 | 202,43 |
| 2.550 | | | | | | | | | 313,23 | 0,43 | 181,41 | 209,57 |
| 2.600 | | | | | | | | | 319,37 | 0,44 | 187,68 | 216,81 |
| 2.650 | | | | | | | | | 325,51 | 0,45 | 194,05 | 224,16 |
| 2.700 | | | | | | | | | 331,65 | 0,46 | 200,50 | 231,62 |
| 2.750 | | | | | | | | | 337,80 | 0,47 | 207,04 | 239,17 |
| 2.800 | | | | | | | | | 343,94 | 0,48 | 213,67 | 246,84 |

# Planung und Auslegung der Fußbodenheizung



**Druckverluste der Dimension 25 x 2,3 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 1.000 | 286,62 | 0,24 | 48,98 | 56,58 | 171,97 | 0,15 | 20,03 | 23,14 | 122,84 | 0,10 | 11,12 | 12,84 |
| 1.080 | 309,54 | 0,26 | 56,04 | 64,74 | 185,73 | 0,16 | 22,92 | 26,48 | 132,66 | 0,11 | 12,72 | 14,70 |
| 1.160 | 332,47 | 0,28 | 63,51 | 73,36 | 199,48 | 0,17 | 25,98 | 30,01 | 142,49 | 0,12 | 14,42 | 16,65 |
| 1.240 | 355,40 | 0,30 | 71,37 | 82,44 | 213,24 | 0,18 | 29,19 | 33,72 | 152,32 | 0,13 | 16,20 | 18,72 |
| 1.320 | 378,33 | 0,32 | 79,62 | 91,98 | 227,00 | 0,19 | 32,57 | 37,62 | 162,14 | 0,14 | 18,07 | 20,88 |
| 1.400 | 401,26 | 0,34 | 88,25 | 101,95 | 240,76 | 0,20 | 36,10 | 41,70 | 171,97 | 0,15 | 20,03 | 23,14 |
| 1.480 | 424,19 | 0,36 | 97,27 | 112,36 | 254,51 | 0,22 | 39,79 | 45,96 | 181,80 | 0,15 | 22,08 | 25,51 |
| 1.560 | 447,12 | 0,38 | 106,65 | 123,21 | 268,27 | 0,23 | 43,63 | 50,40 | 191,62 | 0,16 | 24,21 | 27,97 |
| 1.640 | 470,05 | 0,40 | 116,41 | 134,48 | 282,03 | 0,24 | 47,62 | 55,01 | 201,45 | 0,17 | 26,43 | 30,53 |
| 1.720 | 492,98 | 0,42 | 126,53 | 146,16 | 295,79 | 0,25 | 51,75 | 59,79 | 211,28 | 0,18 | 28,72 | 33,18 |
| 1.800 | 515,91 | 0,44 | 137,01 | 158,27 | 309,54 | 0,26 | 56,04 | 64,74 | 221,10 | 0,19 | 31,10 | 35,93 |
| 1.880 | 538,84 | 0,46 | 147,84 | 170,78 | 323,30 | 0,27 | 60,47 | 69,86 | 230,93 | 0,20 | 33,56 | 38,77 |
| 1.960 | 561,77 | 0,48 | 159,02 | 183,70 | 337,06 | 0,29 | 65,05 | 75,14 | 240,76 | 0,20 | 36,10 | 41,70 |
| 2.040 | 584,69 | 0,50 | 170,55 | 197,02 | 350,82 | 0,30 | 69,76 | 80,59 | 250,58 | 0,21 | 38,72 | 44,73 |
| 2.120 | | | | | 364,57 | 0,31 | 74,62 | 86,20 | 260,41 | 0,22 | 41,41 | 47,84 |
| 2.200 | | | | | 378,33 | 0,32 | 79,62 | 91,98 | 270,24 | 0,23 | 44,19 | 51,04 |
| 2.280 | | | | | 392,09 | 0,33 | 84,75 | 97,91 | 280,06 | 0,24 | 47,04 | 54,34 |
| 2.360 | | | | | 405,85 | 0,34 | 90,03 | 104,00 | 289,89 | 0,25 | 49,96 | 57,72 |
| 2.440 | | | | | 419,60 | 0,36 | 95,43 | 110,25 | 299,72 | 0,25 | 52,96 | 61,18 |
| 2.520 | | | | | 433,36 | 0,37 | 100,98 | 116,65 | 309,54 | 0,26 | 56,04 | 64,74 |
| 2.600 | | | | | 447,12 | 0,38 | 106,65 | 123,21 | 319,37 | 0,27 | 59,19 | 68,38 |
| 2.680 | | | | | 460,88 | 0,39 | 112,46 | 129,92 | 329,20 | 0,28 | 62,41 | 72,10 |
| 2.760 | | | | | 474,63 | 0,40 | 118,40 | 136,78 | 339,02 | 0,29 | 65,71 | 75,91 |
| 2.840 | | | | | 488,39 | 0,42 | 124,48 | 143,79 | 348,85 | 0,30 | 69,08 | 79,80 |
| 2.920 | | | | | 502,15 | 0,43 | 130,68 | 150,96 | 358,68 | 0,30 | 72,52 | 83,78 |
| 3.000 | | | | | 515,91 | 0,44 | 137,01 | 158,27 | 368,51 | 0,31 | 76,03 | 87,84 |
| 3.080 | | | | | 529,66 | 0,45 | 143,46 | 165,73 | 378,33 | 0,32 | 79,62 | 91,98 |
| 3.160 | | | | | 543,42 | 0,46 | 150,05 | 173,33 | 388,16 | 0,33 | 83,27 | 96,20 |
| 3.240 | | | | | 557,18 | 0,47 | 156,76 | 181,09 | 397,99 | 0,34 | 87,00 | 100,50 |
| 3.320 | | | | | 570,94 | 0,49 | 163,59 | 188,98 | 407,81 | 0,35 | 90,79 | 104,88 |
| 3.400 | | | | | 584,69 | 0,50 | 170,55 | 197,02 | 417,64 | 0,35 | 94,65 | 109,34 |
| 3.480 | | | | | | | | | 427,47 | 0,36 | 98,59 | 113,89 |
| 3.560 | | | | | | | | | 437,29 | 0,37 | 102,59 | 118,51 |
| 3.640 | | | | | | | | | 447,12 | 0,38 | 106,65 | 123,21 |

**Fortsetzung Druckverluste der Dimension 25 x 2,3 [FHR]**

| Spreizung | 3 K | | | | 5 K | | | | 7 K | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [W] | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C | m [kg/h] | w [m/s] | R [Pa/m] bei 40 °C | R [Pa/m] bei 15 °C |
| 3.720 | | | | | | | | | 456,95 | 0,39 | 110,79 | 127,98 |
| 3.800 | | | | | | | | | 466,77 | 0,40 | 114,99 | 132,84 |
| 3.880 | | | | | | | | | 476,60 | 0,41 | 119,26 | 137,77 |
| 3.960 | | | | | | | | | 486,43 | 0,41 | 123,60 | 142,78 |
| 4.040 | | | | | | | | | 496,25 | 0,42 | 128,00 | 147,87 |
| 4.120 | | | | | | | | | 506,08 | 0,43 | 132,47 | 153,03 |
| 4.200 | | | | | | | | | 515,91 | 0,44 | 137,01 | 158,27 |
| 4.280 | | | | | | | | | 525,73 | 0,45 | 141,60 | 163,58 |
| 4.360 | | | | | | | | | 535,56 | 0,46 | 146,27 | 168,97 |
| 4.440 | | | | | | | | | 545,39 | 0,46 | 151,00 | 174,43 |
| 4.520 | | | | | | | | | 555,21 | 0,47 | 155,79 | 179,97 |
| 4.600 | | | | | | | | | 565,04 | 0,48 | 160,65 | 185,58 |
| 4.680 | | | | | | | | | 574,87 | 0,49 | 165,57 | 191,27 |

# Notizen

**PRINETO** Wandheizung

Allgemeine Grundlagen S. 237

- Verlegearten und Entlüftung S. 239
- Kurzbeschreibung der **PRINETO** Wandheizung S. 240

Montageanleitung S. 242

- Allgemeine Hinweise zur Montage S. 242
- Montageanleitung Wandheizung Nasssysteme 14 und 17 S. 244
- Montageanleitung Trockensystem S. 248

Installationsprüfung S. 252

- Druckprüfung von **PRINETO** Wandheizungsanlagen S. 252
- Funktionsheizen S. 254

Planung von **PRINETO** Wandheizungen S. 256

- Auslastungstabellen zur Massenermittlung und Auslegung S. 256
- Planung und Auslegung der Wandheizung S. 260
- Diagramme der wärmetechnischen Prüfung S. 263

# Allgemeine Grundlagen



Eine Wandheizung ist ein Niedertemperatur-Flächenheizungssystem, bei dem die Wärmeabgabe in den Räumen durch beheizte Wandflächen erfolgt. Sie sorgt durch ihren großen Strahlungsanteil dafür, dass Wärme als besonders angenehm empfunden wird. Da die Wärmequelle bei der Wandheizung großflächig ist, kann mit niedrigen Heizmitteltemperaturen ein behagliches Raumklima erzeugt werden. Für die Regelung der Raumtemperatur werden die Regelungskomponenten der Fußbodenheizung verwendet.

Der Strahlungsanteil der Wandheizung beträgt etwa 50 %. Die Durchschnittstemperatur der Raumflächen liegt dadurch höher als die Raumlufttemperatur. Gegenüber statischen Heizungssystemen kann bei gleich empfundener Behaglichkeit die Raumlufttemperatur um 1 °C – 2 °C niedriger gehalten werden. Der Energieverbrauch reduziert sich, was Heizkostenersparnis, weniger Emissionen und damit weniger Belastung für die Umwelt bedeutet. Die Wandheizung gibt etwa 8 Watt Heizleistung je Quadratmeter freier Wandfläche und je Kelvin Temperaturdifferenz zwischen Wandoberfläche und Raumluft ab. Bei einer Wandoberflächentemperatur von 35 °C und einer Rauminnentemperatur von 20 °C entspricht das 120 W/qm.

Die Wärmeversorgung kann durch Wärmepumpen oder Brennwertgeräte erfolgen. Die Kombination mit solarthermischen ***LATENTO*** Anlagen ist möglich. Stehen ausreichend große Wandflächen zur Verfügung, können die Systemtemperaturen mit Werten zwischen 25 °C und 35 °C sehr niedrig gehalten und die Räume ausschließlich mit der Wandheizung beheizt werden. Da im Gegensatz zur Fußbodenheizung die Oberflächentemperatur nicht bei 29 °C begrenzt werden muss, können auch kleinere Flächen mit höheren Systemtemperaturen von bis zu 50 °C beheizt werden. Begrenzend ist dabei die Wärmeverträglichkeit des Wandputzes. Wandheizungen arbeiten je nach Raumnutzung mit Wandoberflächentemperaturen von maximal 35 °C bzw. 40 °C.
Eine Wandheizung lässt sich hervorragend mit einer Fußbodenheizung kombinieren, weil sie mit den gleichen niedrigen Systemtemperaturen arbeitet. Als Wandbeläge können beispielsweise Tapeten, Anstriche, Strukturputz, Fliesen oder Naturstein verwendet werden.

Die Größe und Anzahl der beheizten Wandflächen hängt vom Heizwärmebedarf des zu beheizenden Raumes ab und muss in Abhängigkeit von Wandheizsystem, Rohrverlegeabstand und Systemtemperatur ermittelt werden (vgl. Auslastungstabellen/Planung und Auslegung der Wandheizung ab Seite 256). Zur Beheizung können grundsätzlich alle zur Verfügung stehenden Innen- und Außenwände eines Raumes verwendet werden. Je nach Wandmaterial und -stärke ist unter Umständen der Wärmeverlust zum benachbarten Raum/zur Außenluft durch zusätzliche Dämmung zu reduzieren.

Bei den Nasssystemen 14 oder 17 umschließt der Wandputz die Heizrohre vollflächig. Durch diese sehr gute Wärmeübertragung haben beide Heizsysteme nahezu identische Heizleistungsdaten und bieten sich für gemauerte oder betonierte Wände an, die nass verputzt werden sollen. Das Wandheizungssystem 14 hat dabei mit ca. 35 mm Putzstärke die geringere Aufbauhöhe, beim Wandheizungssystem 17 ist aufgrund des weiteren Rohrinnendurchmessers die Verlegung größerer Heizkreise von bis zu 130 Metern möglich.

**HINWEIS**

An der beheizten Wand aufgestellte große Möbel, Wandteppiche oder Bilder reduzieren die Wärmeabgabe erheblich. Darum sollten Wandheizungen möglichst an frei bleibenden Wänden montiert werden. Andernfalls sind die verstellten Flächen von der zur Beheizung nutzbaren Fläche abzuziehen und auf andere freie Wandflächen oder eine Fußbodenheizung zu verteilen.

**TIPP**

Wir empfehlen die Verlegung der Heizrohre im Abstand von 10 cm (Nasssystem) bzw. 12 cm (Trockensystem), weil dadurch eine gleichmäßige Oberflächentemperatur und eine sehr niedrige Heizmitteltemperatur erzielt werden.

# Allgemeine Grundlagen



Sollen Wandregale oder Bilder an beheizten Wänden montiert werden, lässt sich die Lage der Heizrohre im Heizbetrieb mit Hilfe von Thermofolien sichtbar machen. Wird dennoch ein Heizrohr beschädigt, ist der Wandputz auf einer Länge von ca. 20 cm an der geschädigten Stelle um das Rohr herum zu entfernen.

Mit der Rohrschere wird der schadhafte Rohrabschnitt auf 12 mm Länge herausgeschnitten. Anschließend werden die beiden Rohrenden mit einer Schiebehülsen-Kupplung wieder verbunden. Diese ist vor dem Verputzen mit geeignetem Klebeband vor Außenkorrosion zu schützen.

**Vorteile der Wandheizung**

- Verwendung der Grundkomponenten Heizkreisverteiler und Verteilerschränke – Heizrohr – Fixschiene – Systemelemente – Regeltechnik der ***PRINETO*** Fußbodenheizungen – keine zusätzlichen Bauteile erforderlich
- Große Heizleistungen bis zu 120 W/m² möglich
- Niedrige Verbrauchskosten – energiesparend durch 1 °C – 2 °C niedrigere Raumlufttemperatur
- Hohe thermische Behaglichkeit durch 50 %igen Strahlungswärmeanteil
- Minimierung der Verteilverluste durch niedrige Heizmitteltemperaturen
- Klare Raumaufteilung möglich ohne störende Heizelemente
- Systemtemperaturen ab 25 °C möglich – optimal in Kombination mit Brennwerttechnik und regenerativen Energien
- Kein Staubtransport und -verwirbelung durch reduzierte Luftzirkulation
- Keine "kalt strahlenden" Außenwandflächen
- Bauteilschäden durch Luftkondensation wird vorgebeugt
- In allen privaten, öffentlichen, gewerblichen und industriellen Gebäuden einsetzbar
- Bestandssanierung mit Niedrigenergie-Heiztechnik ohne Veränderung der Fußbodenhöhen möglich
- Keine statische Belastung der Gebäudedecken
- Zur Deckung zusätzlicher Niedertemperatur-Heizlasten sehr gut mit Fußbodenheizungen kombinierbar
- In Verbindung mit dem Festwertregelset auch mit statischen Heizsystemen kombinierbar

## Sauerstoffdiffusion

Alle im Heizungsbereich verwendeten Kunststoffrohre müssen nach DIN 4726 (für PE-X-Rohre) bzw. DIN 4724 (für PE-XMD-Rohre) sauerstoffdiffusionsdicht sein. Die Norm fordert einen Grenzwert für die Sauerstoffdiffusion von 0,1 g Sauerstoff pro m³ Heizungswasser und Tag bei einer Wassertemperatur von 40 °C.

Die ***PRINETO*** Heizrohre unterschreiten diesen Wert. Die Stabil-Rohre sind nach DIN 4726 zu 100 % sauerstoffdiffusionsdicht. Alle beiden Rohrtypen eignen sich dadurch für die Installation von Warmwasser-Wandheizungen ohne Systemtrennung.

## Heizwasserzusätze

***PRINETO*** Rohre und wasserberührte Teile der Fittings sind beständig gegenüber Heizungswasser und eventueller Zusätze. Das ***PRINETO*** Rohrleitungssystem ist für die Durchflussmedien Ethylen-(Ethandiol) und Propylenglykol geeignet. Als Korrosions- und Frostschutzmittel empfehlen wir:

- Antifrogen N (Ethylenglykol, Stoffklasse 3 nach DIN EN 1717) oder
- Antifrogen L (Propylenglykol, Stoffklasse 3 nach DIN EN 1717, für Lebensmittelsektor geeignet)

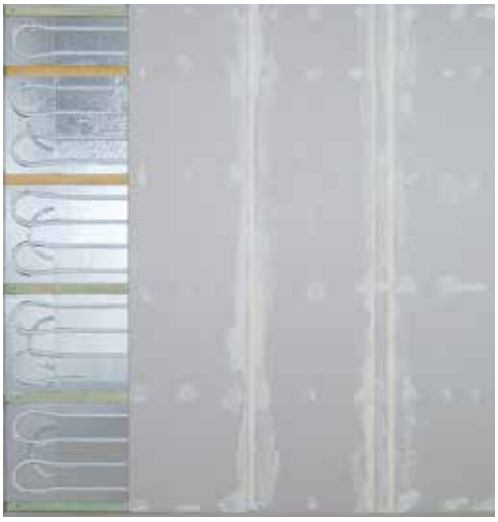
Die Herstellerangaben bezüglich des Anwendungszweckes und der richtigen Dosierung sind zu beachten (Clariant GmbH, 65926 Frankfurt a.M.).

# Allgemeine Grundlagen



## Verlegearten und Entlüftung der Wandheizung

Verlegung ***PRINETO*** Wandheizung nass



Verlegung ***PRINETO*** Wandheizung trocken

Um eine leichtere Entlüftung der Heizregister zu ermöglichen, wird grundsätzlich die horizontale mäander- oder schlangenförmige Verlegung verwendet. Dabei ist mit der Vorlaufleitung am unteren Wandteil zu beginnen. Die Luft wird durch sorgfältiges Spülen der einzelnen Heizkreise in Strömungsrichtung entfernt.

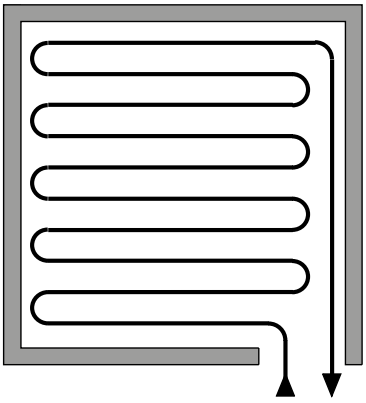
Sollte der Einbau einer separaten Entlüftungsmöglichkeit am höchsten Punkt des Heizkreises notwendig sein, so können Übergänge R½ der Heizrohre (Art.Nr. 878 341 350 für Heizrohr 14, Art.Nr. 878 641 150 für Stabil-Rohr 16, Art.Nr. 878 341 150 für Heizrohr 17) in Kombination mit einem Messing-T-Stück ½" und einem Handentlüfterstopfen verwendet werden.

Für einen Verlegeabstand von 10 cm bietet sich die doppelt mäanderförmige Verlegung an, weil dadurch die Biegeradien größer gelegt werden können.

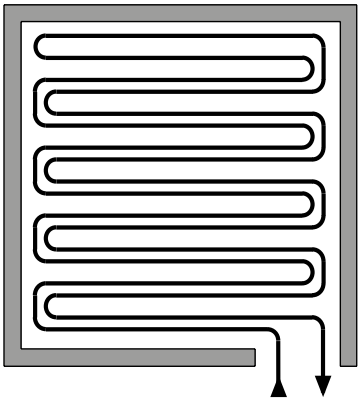
**HINWEIS**

Eine eventuell notwendige Nachentlüftung/Spülung der Heizkreise ist mit einem geeigneten Spülgerät mit Luftabscheider und mit dem bereits eingefüllten Heizungswasser durchzuführen, um den Eintrag von Luft aus frischem Trinkwasser in das System zu verhindern.

Foto des Entlüfters



Mäanderförmige Rohrführung

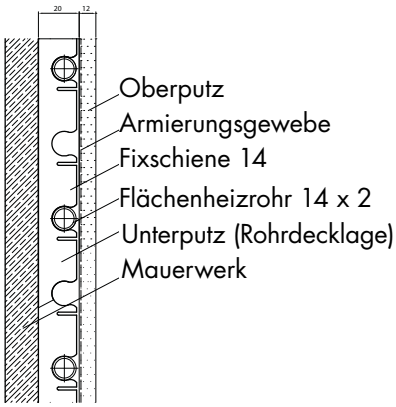


Doppelt mäanderförmige Rohrführung

# Allgemeine Grundlagen

## Kurzbeschreibung der ***PRINETO*** Wandheizung

### Nasssystem 14

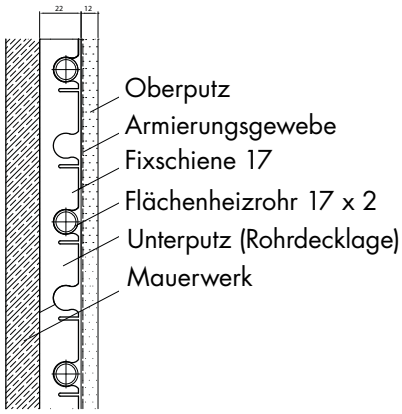



Prüfbericht Nr. H.0701.P.408.IVT

Die Flächenheizrohre 14 werden mit ***PRINETO*** Fixschienen 14 (Art.-Nr. 878 386 085) auf dem Rohmauerwerk bzw. auf der Wanddämmung befestigt und vollkommen vom nass verlegten Wandputz umschlossen. Der Aufbau entspricht damit der Bauart A. Zur Befestigung müssen die Heizrohre im gewünschten Abstand in die Nuten gedrückt werden. Im Bogenbereich können die Rohre zusätzlich vereinzelt mit Kunststoff-Dübelhaken oder kurzen Fixschienenstücken befestigt werden.

- Leichte und schnelle Rohrbefestigung bei Ein-Mann-Verlegung
- Hohe Heizleistung durch vom Nassputz vollständig umschlossene Heizrohre
- Definierte Rohrabstände im Raster 50 mm
- Niedrige Wandaufbauhöhe durch Heizrohr 14 und flache Fixschiene
- Geradlinige und exakte Rohrverlegung
- Gut für Mauerwerk und betonierte Wände geeignet, die verputzt werden sollen

### Nasssystem 17




Prüfbericht Nr. H.0701.P.409.IVT

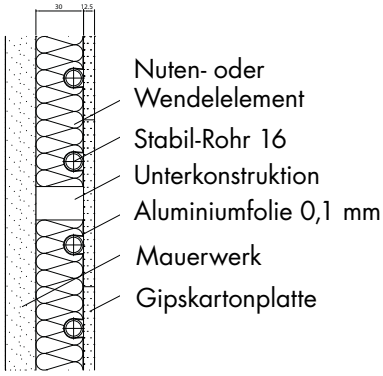
Die Flächenheizrohre 17 werden mit ***PRINETO*** Fixschienen 17 (Art.-Nr. 878 386 074) auf dem Rohmauerwerk bzw. auf der Wanddämmung befestigt und vollkommen vom nass verlegten Wandputz umschlossen. Der Aufbau entspricht damit der Bauart A. Zur Befestigung müssen die Heizrohre im gewünschten Abstand in die Nuten gedrückt werden. Im Bogenbereich können die Rohre zusätzlich vereinzelt mit Kunststoff-Dübelhaken oder kurzen Fixschienenstücken befestigt werden.

- Leichte und schnelle Rohrbefestigung bei Ein-Mann-Verlegung
- Hohe Heizleistung durch vom Nassputz vollständig umschlossene Heizrohre
- Definierte Rohrabstände im Raster 50 mm
- Max. Heizkreisflächen größer als beim Nasssystem 14 – dadurch sind je nach Aufteilung kleinere Heizkreisverteiler möglich (weniger Stellantriebe etc.)
- Geradlinige und exakte Rohrverlegung
- Gut für Mauerwerk und betonierte Wände geeignet, die verputzt werden sollen

# Allgemeine Grundlagen



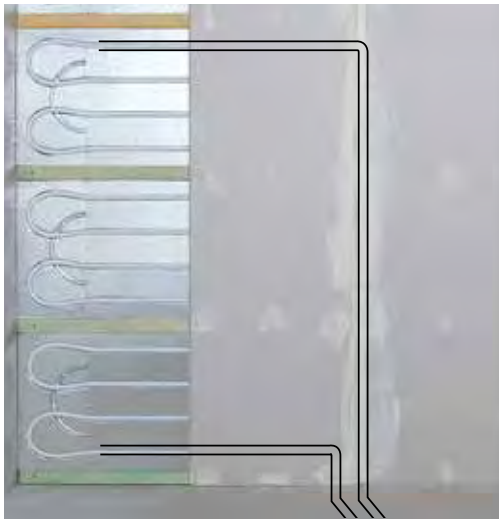
## Trockensystem




Das Stabil-Rohr 16 wird in die Nuten von mit Aluminium beschichteten Dämmelementen hineingelegt. Die Aluminiumfolie leitet die Wärme direkt vom Stabil-Rohr an die Dämmstoffoberfläche und verteilt sie dort an die Wandverkleidung. Der Aufbau entspricht damit der Bauart B.

- Die Systemelemente sind Dämmung, Wärmeverteilung und Rohrbefestigung in einem – Verlegung in einem Arbeitsgang
- Schlangenförmige Verlegung mit definierten Rohrabständen 12 oder 24 cm
- Witterungsunabhängige Montage
- Kein Feuchteeintrag ins Bauwerk
- Bauzeitverkürzung gegenüber Nasssystemen aufgrund wegfallender Trockenzeit
- Verlegung des Wandbelags kurz nach Wandverkleidung möglich

Prüfbericht Nr. H.0701.P.406.IVT



# Montageanleitung



## Allgemeine Hinweise zur Montage

### Normenverweis

Bei der Planung, Installation und beim Betrieb von Wandheizungsanlagen in Gebäuden sind folgende Normen und Verordnungen zu beachten:

| | |
|---|---|
| DIN 4102 | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen |
| DIN 4108 | Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden |
| DIN 4109 | Schallschutz im Hochbau |
| DIN V 4701-10 | Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen |
| DIN EN 832 | Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden |
| DIN 4726 | Rohrleitungen aus Kunststoffen |
| DIN EN 1254 | Kupfer und Kupferlegierung-Fittings |
| DIN EN 1264 | Fußboden-Heizungssysteme und Komponenten |
| DIN EN 12831 | Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast von Gebäuden |
| EnEV | Energieeinsparverordnung 2007 |
| DIN EN 12828 | Heizungssysteme in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen |
| DIN EN 13163 | Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) |
| DIN EN 13165 | Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan (PUR) |
| DIN 18180 | Gipsplatten, Arten und Anforderungen |
| DIN 18181 | Gipsplatten im Hochbau, Verarbeitung |
| DIN 18182 | Zubehör für die Verarbeitung von Gipsplatten |
| DIN 18195 | Bauwerksabdichtungen |
| DIN 18202 | Toleranzen im Hochbau |
| DIN 18336 VOB | Teil C, Abdichtungsarbeiten |
| DIN 18350 VOB | Teil C, Putz- und Stuckarbeiten |
| DIN V 18550 | Putz und Putzsysteme, Ausführung |
| DIN 18380 VOB | Teil C, Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen |

### Bauwerkszustand

Wandheizungen können auf Steinmauerwerk, Betonwänden, in Holzständerwänden oder Trockenbauwänden montiert werden. Diese Wände müssen statisch in der Lage sein, die Wandheizung zu tragen. Winkel- und Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 müssen eingehalten werden. Sämtliche Rohmontagearbeiten anderer Gewerke auf der Wand müssen abgeschlossen, Kabel und Rohre fixiert sein.

Das Gebäude sollte dicht und Fenster und Außentüren müssen eingebaut bzw. mit Folien verschlossen sein, um die Wandheizung und den Wandputz vor Nässe, Temperaturschwankungen und Frost zu schützen. Die herstellerspezifischen Mindesttemperaturen zur Verarbeitung von Wandputzen oder Spachtelmassen sind zu beachten. Entsprechend DIN V 18550 darf die Luft- und Bauteiltemperatur nicht unter +5 °C liegen bzw. bis zum ausreichenden Erhärten des Putzes nicht darunter absinken.

Ein Wasseranschluss zum Füllen und Abdrücken der Heizkreise sowie ein Baustromanschluss 230 V sind vor Ort erforderlich. Die Systemplanungsunterlagen (z. B.: Verlegesystem, Anordnung der Heizkreise, Verlegeabstand, Dämmstoffmaterialien und -stärken, hydraulische Daten der Verteiler) und der Fugenplan müssen aufeinander abgestimmt sein und vorliegen. Bauwerksabdichtungen (z. B. bei Kellerwänden) müssen vor Verlegebeginn der Wandheizung fertiggestellt sein. Der tragende Untergrund muss zur Aufnahme der Dämmung und des Wandputzes ausreichend fest, trocken, frostfrei und haftfähig sein und eine ebene Oberfläche aufweisen. Als Putzgrund nicht geeignete Flächen (z. B. Holz- und Stahlbauteile) sind mit Putzträgern zu überspannen.

Die besonderen Anforderungen der Hersteller der Wandputze bzw. der Wandverkleidungen sind zu beachten.

**HINWEIS**

Bestehen Zweifel am Vorliegen aller erforderlichen Voraussetzungen, ist der Auftraggeber zu informieren. Es sollte dann nicht mit der Verlegung begonnen werden.

# Montageanleitung



## Wärme- und Schalldämmung

Bei der Planung einer Wandheizung ist zu berücksichtigen, dass auch die Rückseite der Wand erwärmt wird. Der Wärmedurchgang hängt unter anderem von Wandmaterial und -stärke und der Temperatur auf der Wandrückseite ab. Um die Wärmeverluste zum benachbarten Raum so gering wie möglich zu halten, sind eventuell zusätzliche Dämmungen erforderlich. Diese sind beim Trockensystem bereits integriert und dämmen mit 1,18 m² K/W bei 50 mm Stärke bzw. mit 0,68 m² K/W bei 30 mm Stärke. Bei nass verlegten Wandheizungen können die Dämmstoffe innerhalb der Wand oder auf der unbeheizten Wandseite angebracht werden. Trennwände zu anderen Nutzungsbereichen können schallschutztechnische Anforderungen haben. Dies ist bei der Auswahl der Dämmstoffe zu beachten. Die Systemelemente des Trockensystems haben keine Schallschutz verbessernden Eigenschaften.

Je nach Anordnung und Zweck der Dämmung werden gemäß DIN V 4108-10 die Dämmstoffe mit folgenden Kurzbezeichnungen gekennzeichnet:

| | | |
|---|---|---|
| **Wand** | WAB | Außendämmung der Wand hinter Verkleidung |
| | WAA | WAA Außendämmung der Wand hinter Abdichtung |
| | WAP | Außendämmung der Wand unter Putz |
| | WZ | Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung |
| | WH | Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise |
| | WI | Innendämmung der Wand |
| | WTH | Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen |
| | WTR | Dämmung von Raumtrennwänden |
| **Perimeter** | PW | Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)* |
| | PB | Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)* |

In zu errichtenden Gebäuden mit normalen Innentemperaturen ist der Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteilschichten zwischen Wandheizung und Außenluft oder zu Gebäudeteilen mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen gemäß Energie-Einsparverordnung 2007 in Abhängigkeit vom Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes zu bemessen. Wir empfehlen einen Wert von ≤ 0,35 W/m²K.
Bei Baumaßnahmen an bestehenden oder kleinen Gebäuden gehen die maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten aus EnEV 2007 Anlage 3 Tabelle 1 hervor und erfordern je nach Baumaßnahme zwischen 0,35 und 0,45 W/m²K.

Bei Heizungen an Wänden zu beheizten Räumen darf der Wärmeleitwiderstand der Gesamtkonstruktion in Anlehnung an DIN 1264-4 den Wert von 0,75 m²K/W nicht unterschreiten (Wände gegen unbeheizte Räume 1,25 m²K/W). Die Berechnung erfolgt ab der Heizrohrebene. Eine verputzte 12 cm starke Leichthochlochziegelwand erreicht bereits diesen geforderten Wert.

## Bewegungsfugen

Um die Längenausdehnung der Wandkonstruktion zu ermöglichen, sind Bewegungsfugen zu angrenzenden und durchdringenden Bauteilen herzustellen. Art und Anordnung der Fugen sind vom Planer festzulegen.

Über Bauwerksfugen sind auch Fugen in den Heizelementen und im Putz anzuordnen. Diese Bewegungsfugen dürfen nicht von Heizkreisen gekreuzt werden. Wenn möglich sollten die einzelnen Heizflächen vom Boden her separat angeschlossen werden. Dennoch kreuzende Zuleitungsrohre sind mit Rohrhülsen (z. B. Wellrohr) etwa 300 mm lang zu schützen.

# Montageanleitung

### Wandputz/Wandverkleidung

Der Wandputz wird mit den Bindemitteln Gips, Kalk, Lehm, Zement oder Kombinationen nach DIN 18550 daraus hergestellt. Er dient als Wärmeverteilschicht. Je nach Rohwandmaterial und -beschaffenheit kann eine Vorbehandlung zur besseren Haftung erforderlich sein. Eine Putzbewehrung erhöht die Zugfestigkeit des Putzes und beugt der Verbreiterung von eventuell auftretenden Rissen vor. Sie wird je nach Putzsystem zwischen Rohrdecklage und Deckputz aufgebracht und ist bei den Nasssystemen zu verwenden.

Bei gipsgebundenen Wandputzen und Trockenbauplatten darf eine Vorlauftemperatur von 50 °C nicht überschritten werden. Um Rissen vorzubeugen empfehlen wir, diese maximale Vorlauftemperatur auch für Kalkzement- und Lehmputze nicht zu überschreiten. Gipsgebundene Wandputze oder Lehmputze können in trockenen Räumen eingesetzt werden. Kalkzementputze können in Bädern oder Nassräumen mit hoher Luftfeuchtigkeit verwendet werden. Wärmedämmputze sind für Wandheizungen ungeeignet.

Als Wandbeläge können beispielsweise Tapeten oder Anstriche, Fliesen oder Naturstein verwendet werden. Silikat- und Kunstharz-Strukturputze sind nach Herstellerangaben ebenfalls einsetzbar.

Bei der Montage von Gipsplatten sind die besonderen Angaben der Hersteller hinsichtlich Verwendung, erforderlicher Unterkonstruktion und Befestigung zu beachten. Je nach Einsatzgebiet müssen die entsprechenden Platten gewählt werden:

- Bauplatten (GKB), ... Bauplatten ab 12,5 mm Dicke bei baustellenmäßiger Verarbeitung zum Befestigen auf Unterkonstruktionen für Wand- und Deckenbekleidungen nach DIN 18181 ... , sowie für die Beplankung von Trennwänden und Vorsatzschalen nach DIN 18183 und von nichttragenden inneren Trennwänden nach DIN 4103-4
- Feuerschutzplatten (GKF), ... für Anwendungsbereiche wie GKB mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile
- Bauplatten imprägniert (GKBI), ... für Anwendungsbereiche wie GKB mit verzögerter Wasseraufnahme entsprechend H2 nach DIN EN 520
- Feuerschutzplatten imprägniert (GKFI), ... für Anwendungsbereiche wie GKF mit verzögerter Wasseraufnahme entsprechend H2 nach DIN EN 520

## Montageanleitung Wandheizung Nasssysteme 14 und 17

Erforderliche Materialien zur Wandmontage:

- Fixschienen 14 oder 17
- Flächenheizrohr 14 oder 17 bzw. Stabil-Rohr 14 oder 16
- Dübel und Schrauben zur Befestigung der Fixschienen
- Grundierung oder Haftbrücke
- Wandputz
- Armierungsgewebe

Bevor mit der Befestigung der Fixschienen auf der Wand begonnen wird, ist eine Prüfung des Putzgrundes vorzunehmen. Der Putzgrund muss ebenflächig, tragfähig, ausreichend formstabil, staubfrei und frei von Verunreinigungen sein. Je nach verwendetem Putzsystem und Putzgrund ist eine Grundierung oder Haftverbesserung erforderlich.

**HINWEIS**

Die allgemeinen Hinweise zur Montage und Verlegung der Wandheizungen sind zu beachten! In DIN V 18550 ist die Ausführung von Putz und Putzsystemen ausführlich beschrieben. Die Vorbereitung der Wände und das Verputzen sind entsprechend auszuführen.

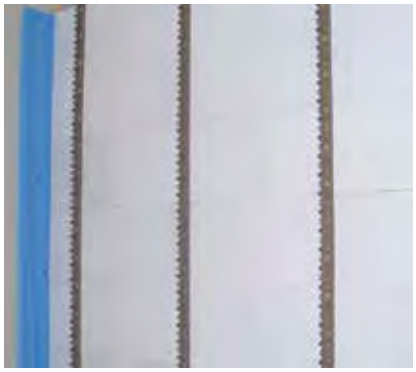
# Montageanleitung



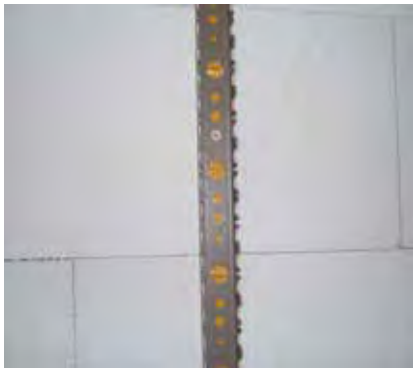
Die Auswahl der Fixschienen richtet sich nach dem ausgewählten Heizrohr. Für Flächenheizrohr 17 oder Stabil-Rohr 16 werden Fixschienen 17 (Art.-Nr. 878 386 074) verwendet. Für Flächenheizrohr 14 oder Stabil-Rohr 14 werden Fixschienen 14 (Art.-Nr. 878 386 058) verwendet. Die 1 Meter langen Fixschienen sind lotrecht und durchgehend vom unteren zum oberen Wandende zu befestigen. Je nach Festigkeit und Material des Putzgrundes können dafür Dübel 6 bis 8 mm mit passenden Schrauben im Abstand von 200 bis 300 mm verwendet werden.

**HINWEIS**

Zur geradlinigen Verlegung der Heizrohre müssen die Nuten der Fixschienen waagrecht fluchtend montiert werden.



Dafür haben die Fixschienen alle 50 mm Bohrungen mit 8 mm Durchmesser. In Abhängigkeit von den verwendeten Schrauben sind Beilagscheiben erforderlich. Der Abstand zwischen den Fixschienen darf 400 mm (Fixschiene 14) bzw. 600 mm (Fixschiene 17) nicht überschreiten. Auf glatten Untergründen können die Schienen bis zum Festschrauben mit dem rückseitig aufgebrachten Klebeband befestigt werden. Dazu das Wachspapier abziehen und die Schienen fest andrücken.



Für die Verlegung der Rohrumlenkbögen bzw. des Rücklaufrohres sind Abstände von 200 bis 300 mm zwischen den Fixschienen und den linken und rechten Heizflächengrenzen erforderlich. Zur späteren Befestigung der Rohrbögen und des Rücklaufes werden ca. 100 bis 200 mm lange Fixschienenstücke waagrecht an den Heizflächengrenzen entlang befestigt. Diese werden so angeordnet, dass sie sich horizontal zwischen den späteren Rohrverlegenuten befinden. Bei einem Rohrverlegeabstand von 150 mm ergibt sich somit ein horizontaler Versatz von 75 mm.

**HINWEIS**

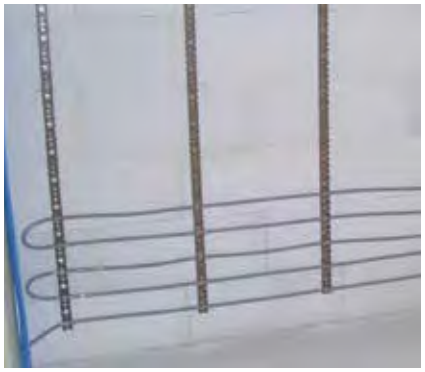
Zur geradlinigen Verlegung des Rücklaufrohres und zur gleichmäßigen Anordnung der Umlenkbögen müssen die Nuten der Fixschienen senkrecht fluchtend montiert werden.

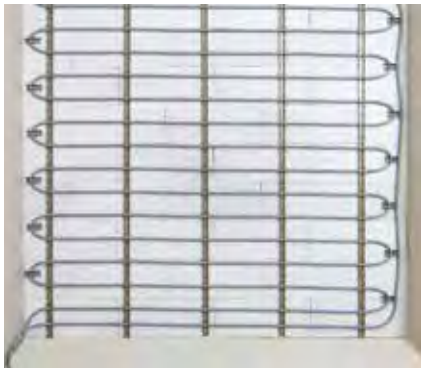
# Montageanleitung



Die Verlegung des ***PRINETO*** Rohrs beginnt am oberen Heizkreisverteilerbalken bzw. an der RTL-Box. Heizkreiszuleitungen durch Nachbarräume müssen entsprechend EnEV 2007 gedämmt werden.

Vor der Wand wird das Rohr von Hand abgerollt und entsprechend dem gewählten Verlegeabstand mit der Hand in die Nuten der Fixschiene hineingedrückt. Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung. Das Rücklaufrohr wird dabei von unten beginnend senkrecht aufsteigend bis zum oberen Wandende verlegt, dort gebogen und horizontal im Wechsel von rechts nach links geführt. Die Rohrbögen werden in den kurzen Fixschienenstücken befestigt, die Biegeradien sind einzuhalten. Die Verlegung endet am unteren Wandende mit dem Vorlaufrohr, welches wieder neben dem Rücklaufrohr zum Heizkreisverteiler geführt wird.





**TIPP**

Wir empfehlen beim Verlegeabstand 10 cm die Umlenkbögen in Omega-Form zu biegen, um ein Abknicken der Rohre zu vermeiden.

Der Anschluss am Verteiler erfolgt je nach Rohrtyp mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 343 590) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (z. B. Art.-Nr. 878 386 011).

Zur Verlegung können folgende ***PRINETO*** Rohre verwendet werden:

- Flächenheizrohr hochflexibel 17 (Art.-Nr. 878 311 250)
- Flächenheizrohr 17 (Art.-Nr. 878 311 150)
- Stabil-Rohr 16 (Art.-Nr. 878 520 100)
- Flächenheizrohr hochflexibel 14 (Art.-Nr. 878 311 231)
- Stabil-Rohr 14 (Art.-Nr. 878 520 080)
- Flächenheizrohr 17, selbstvernetzend (Art.-Nr. 878 311 351)

**TIPP**

Das Vorlaufrohr nicht näher als 100 mm an die Oberkante des fertigen Fußbodens verlegen, um beim späteren Befestigen von Sockelleisten Rohrbeschädigungen zu vermeiden.

Über Bauwerksfugen sind auch Fugen in den Heizelementen und im Putz anzuordnen. Diese Bewegungsfugen dürfen nicht von Heizkreisen gekreuzt werden. Wenn möglich sollten die einzelnen Heizflächen vom Boden her separat angeschlossen werden. Dennoch kreuzende Zuleitungsrohre sind mit geschlitztem ***PRINETO*** Schutzrohr (Art.-Nr. 878 386 103) zu versehen.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf Seite 253). Der Prüfdruck ist während des Verputzens aufrecht zu erhalten.

**HINWEIS**

Aus Stabilitätsgründen sind die Heizrohre von Mauerkanten, Fenster- und Türlaibungen usw. mit einem Mindestabstand von 150 mm zu verlegen.

# Montageanleitung

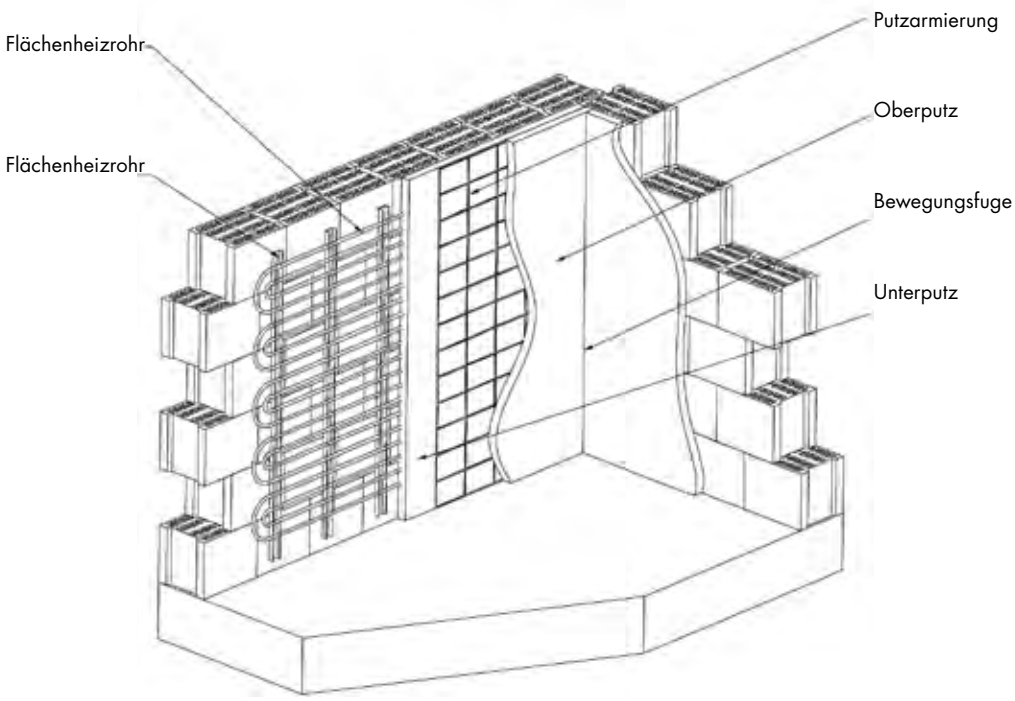
Bei den erforderlichen Putzarbeiten sind die DIN V 18550 und die VOB/C DIN 18350 zu beachten. Die Eigenschaften der verschiedenen Putzlagen eines Systems müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass die in den Berührungsflächen der einzelnen Putzlagen und des Putzgrundes durch Schwinden oder Temperarturdehnungen auftretenden Spannungen aufgenommen werden können. Ein Arbeiten in mehreren Putzlagen ist aufgrund der großen Putzdicken (Unterputze ca. 22 bis 27 mm, Oberputz 10 bis 15 mm) erforderlich. Der Unterputz muss Rohre und Fixschienen vollständig abdecken. In die obere Schicht ist eine Putzbewehrung einzubetten. Bei gipshaltigen Putzen muss die Putzlage in zwei Schichten nass in nass ausgeführt werden.

**HINWEIS**

Zur Regelung der Raumtemperatur werden die Komponenten der Fußbodenheizung verwendet. Die Raumtemperaturregler dürfen nicht auf beheizte Wände montiert werden!

Nach dem Verputzen der Wände erfolgt der hydraulische Abgleich der einzelnen Heizkreise. Das Funktionsheizen beginnt je nach Putzsystem frühestens nach dem vollständigen Abtrocknen der Fugenspachtelmassen (Herstellerangaben beachten!, Funktionsheizprotokoll auf S. 255).

**Nasssystem**



## Montageanleitung Trockensystem

Erforderliche Materialien zur Wandmontage:

- Nutenelemente 30 oder 50 mm
- Wendeelemente 30 oder 50 mm
- Kleber für Polystyrol-Elemente
- Heißschneider mit Schneidspitze
- Stabil-Rohr 16
- Unterkonstruktionsprofile 30 – 32 mm oder 50 – 52 mm
- Gipsplatten
- Befestigungsmaterialien für Profile und Gipsplatten

**Vorsatzschalenmontage**

Begonnen wird mit der waagerechten Befestigung der Unterkonstruktion auf der sauberen und glatten Wand. Hierfür können Holzlatten ab der Sortierklasse S 10 nach DIN EN 1912 mit einem Restfeuchtegehalt bis zu 20, oder Metallprofile verwendet werden. Die Höhe der Unterkonstruktion muss der Stärke der Systemelemente inklusive Kleber entsprechen, um eine optimale Wärmeübertragung an die Wandverkleidung zu gewährleisten. Für die Nuten- und Wendeelemente 30 mm müssen die Holzlatten oder Metallprofile entsprechend 30 – 32 mm hoch sein (z. B. Holzlatten 31 x 52 mm, Sortierklasse S 10 nach DIN EN 1912).

Die vertikalen Abstände der Unterkonstruktionen sollen ≤ 625 mm sein. Je nach Belastbarkeit des Untergrundes müssen die Dübelabstände zur Befestigung ≤ 800 mm sein.

Die Dämmelemente sind beschädigungsfrei zu transportieren, sowie trocken und vor Witterungseinflüssen geschützt zu lagern. Die Aluminium- und Polystyroloberflächen und die Nutenkonturen dürfen nicht deformiert werden.

**HINWEIS**

Die besonderen Montage- und Verarbeitungshinweise der Gipsplattenhersteller sind zu beachten.

Die Konstruktionslatten oder -profile werden einseitig bis zur Wandgrenze verlegt. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Abstand von 24 cm zum Durchführen der beiden Heizleitungen erforderlich. Zur sicheren Befestigung der Gipsplatte auf dieser Seite wird am Wandabschluss ein vertikales Konstruktionsprofil montiert.

Zur Führung des Rücklaufes an der Wand hin zum Boden wird ein 48 cm breites ***PRINETO*** Nutenelement in 4 gleiche Streifen mit je 12 cm Breite geschnitten und so an dem vertikalen Konstruktionsprofil verlegt, dass eine fortlaufende, ineinander übergehende Nut entsteht. Beim Zuschneiden der Dämmungen ist auf Rechtwinkligkeit und Passgenauigkeit zu achten. Wir empfehlen die Verwendung eines Richtscheites oder einer langen Wasserwaage als Schneidehilfe. Der Zuschnitt der Polystyrol-Dämmstoffe kann mit einem scharfen und stabilen Messer erfolgen.

**TIPP**

Wir empfehlen, zwischen den Hölzern oder Profilen einen lichten Abstand von 480 mm (Toleranz bis +5 mm) einzuhalten. Dann können die Systemelemente ohne Breitenzuschnitt zwischen die Unterkonstruktion verlegt werden.

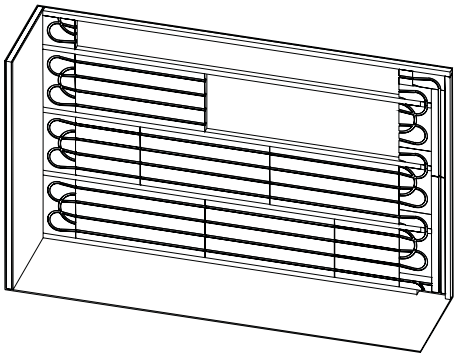
**HINWEIS**

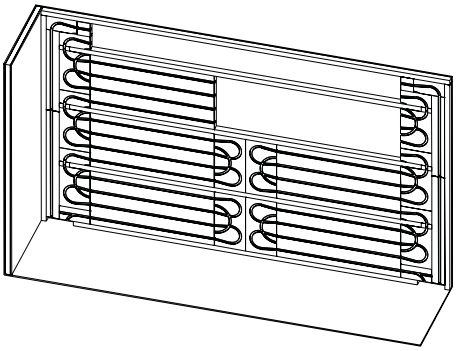
Die Schnittkanten der Aluminiumfolie sind scharfkantig! Zum Schutz vor Schnittverletzungen sollten geeignete Handschuhe getragen werden.

# Montageanleitung



Die sichere Befestigung der Polystyrol-Elemente auf der Wand kann mit Klebern auf Gipsbasis (z. B. Ansetzbinder), flexiblen Fliesenkleber oder anderen geeigneten Klebern erfolgen. Diese müssen mit einem Zahnspachtel dünn und vollflächig auf die Rückseite der Systemelemente aufgetragen werden. Bei saugenden Untergründen ist unter Umständen eine Grundierung oder ein Anfeuchten der Wand mit Wasser erforderlich. Die Verarbeitungshinweise der Kleberhersteller sind zu beachten.





Zum Zuschnitt und zur Ausrichtung der ***PRINETO*** Wendeelemente an der linken und rechten Wandseite werden einige Nutenelemente zwischen die Unterkonstruktion verlegt, jedoch noch nicht verklebt. Die versetzt angeordneten Wendeelemente müssen die Nutenelemente so verbinden, dass eine fortlaufende „Nutenschlange" entsteht. Je nach gewähltem Verlegeabstand der Heizrohre müssen die Wendeelemente ggf. gekürzt werden. Das jeweils letzte Nutenelement einer Reihe wird rechtwinklig auf die erforderliche Restlänge abgeschnitten. Der übrige Teil dieses Nutenelements wird als Anfang in der nächsten Reihe verwendet. Dadurch ist eine verschnittarme Verlegung der Elemente möglich.

Im Bereich des Wechsels über die Unterkonstruktion werden die Wendeelemente ebenfalls fluchtend zerschnitten. Die entstehenden Zwischenräume können mit Reststücken der Systemelemente ausgefüllt werden, in die später mit dem Heißschneider Einzelnuten geschnitten werden.

**HINWEIS**

Die Dämmelemente müssen vollflächig, stumpf aneinander stoßend und spannungsfrei verlegt werden. Um den max. Wärmestrom zu erzielen, sind vollflächig aluminiumbeschichtete Dämmelemente zu verwenden.

Anschließend werden mit dem ***PRINETO*** Heißschneidegerät 230 V (Art.-Nr. 878 386 136) manuell die erforderlichen Rohrnuten geschnitten.

Wird eine Wand in mehrere Heizkreise aufgeteilt, werden die Wendeelemente an der Heizkreisgrenze entlang gegeneinander verlegt.

Mit einem Filzstift werden die zu schneidenden Verbindungsnuten auf die Aluminium- bzw. Polystyrol-Oberfläche gezeichnet, so dass jeweils fortlaufende Heizkreise entstehen. Im Bereich der Rohrbögen muss der Radius mind. 85 mm betragen (180° U-Biegung = 170 mm Rohrachsabstand).

Ist die gesamte Wandheizfläche mit Systemelementen belegt, werden die vorher markierten Verbindungen der Nuten hergestellt. Dafür muss die Aluminiumfolie im gekennzeichneten Bereich, auch in die Nuten hinein und am Rand der Elemente, mit einem Messer eingeschnitten und abgezogen werden. Der Schnitt sollte nur die Alufolie trennen und darf nicht tiefer als 5 mm ins Polystyrol geführt werden.

**TIPP**

Wir empfehlen, zwischen den Hölzern oder Profilen einen lichten Abstand von 480 mm (Toleranz bis +5 mm) einzuhalten. Dann können die Systemelemente ohne Breitenzuschnitt zwischen die Unterkonstruktion verlegt werden.

Die Schnitte sind zügig zu ziehen, um ein Ausschmelzen bzw. Verbrennen des Polystyrols zu vermeiden.

# Montageanleitung



Die Verlegung des ***PRINETO*** Stabil-Rohres 16 beginnt nach vollständigem Aushärten des Klebers der Systemelemente (Verarbeitungsanleitung des Herstellers beachten!) am oberen Heizkreisverteiler-Rücklaufbalken bzw. an der RTL-Box. Heizkreiszuleitungen durch Nachbarräume müssen entsprechend EnEV 2007 gedämmt werden.

Vor der Wand wird das Rohr von Hand ausgerollt, begradigt und vollständig in die Nuten gedrückt. Das Rücklaufrohr wird dabei von unten beginnend in die senkrecht aufsteigende Nut bis zum oberen Wandende verlegt, dort gebogen und horizontal im Wechsel von rechts nach links geführt. Die Verlegung endet am unteren Wandende mit dem Vorlaufrohr, welches wieder neben dem Rücklaufrohr zum Heizkreisverteiler geführt wird.

Das Rohr darf danach an keiner Stelle über die Dämmstoffoberfläche hinausragen. Im Bereich der Wendeelemente muss das Rohr außerhalb der Nutenbögen von Hand entsprechend dem vorgegebenen Radius gebogen werden. Die danach leicht nach oben stehenden Rohrbögen müssen zur Beseitigung der Spannungen wieder nach unten gebogen werden, bevor sie in die Wendeelemente gedrückt werden.

**HINWEIS**

Aus Stabilitätsgründen sind die Heizrohre von Mauerkanten, Fenster- und Türlaibungen usw. mit einem Mindestabstand von 150 mm zu verlegen.

Anschließend ist jeder Heizkreis einzeln über den Vorlauf mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Alle am Verteiler angeschlossenen Heizkreise sind einer Druckprüfung zu unterziehen (Druckprüfprotokoll auf S. 253). Der Prüfdruck ist während der Montage der Wandverkleidung aufrecht zu erhalten.

Die Befestigung der Gipsplatten auf der Unterkonstruktion erfolgt mit Schnellbauschrauben im Abstand von maximal 250 mm. Von Klammern oder Nägeln raten wir aufgrund der Wärmedehnung der Platten ab. Die Lage der Unterkonstruktion ist vor dem Ansetzen auf den Gipsplatten zu markieren, um eine versehentliche Rohrbeschädigung beim Verschrauben zu verhindern. Mindestlänge, Nenndurchmesser und Eindringtiefe der Schnellbauschrauben richten sich nach der jeweils vorhandenen Beplankungsdicke und müssen nach DIN 18181 bemessen werden.

Das Verspachteln der Fugen erfolgt mit gipsgebundenen Materialien nach DIN EN 13963 im unbeheizten Zustand. Die Fugen werden je nach Kantenausbildung der Platten mit oder ohne Bewehrungsstreifen mit den dafür geeigneten Spachtelmassen geschlossen.

**HINWEIS**

Die Schneidspitze des Heißschneidegerätes erhitzt sich bis auf 600 °C. Diese darf im erhitzten Zustand nicht berührt und nicht auf brennbaren Unterlagen abgelegt werden. Es besteht Brandgefahr!

**TIPP**

Das Vorlaufrohr nicht näher als 100 mm an die Oberkante des fertigen Fußbodens verlegen, um beim späteren Befestigen von Sockelleisten Rohrbeschädigungen zu vermeiden.

**HINWEIS**

Bei Gefahr des Einfrierens aufgrund zu niedriger Raumtemperaturen müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

Gipsplatten sind von Bauteilen aus anderen Baustoffen durch Bewegungs- oder Dehnfugen zu trennen. Wir empfehlen, bei geschlossenen Wandoberflächen mit Seitenlängen von über 8 m ebenfalls die Anordnung von Dehnfugen.

# Montageanleitung

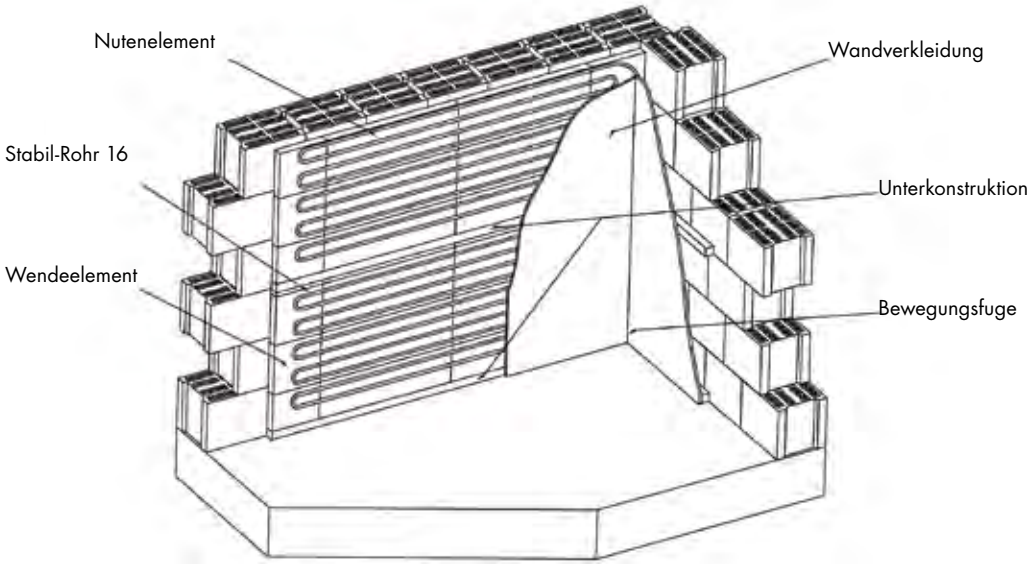


### Frei stehende Montagewände

Soll das Trockensystem in frei stehende Montagewände integriert werden, so ist jede beheizte Wandseite als Doppelständerwand auszuführen. Auf die untere Beplankungslage werden, wie bei der Vorsatzschalenmontage, die Unterkonstruktionsprofile und die Systemelemente mit dem Heizrohr montiert. Darüber wird die eigentliche Wandverkleidung befestigt. Nach der Fertigstellung der Wandheizflächen erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise. Das Funktionsheizen beginnt frühestens nach dem vollständigen Abtrocknen der Fugenspachtelmassen (Herstellerangaben beachten! Funktionsheizprotokoll auf S. 255).

**HINWEIS**

Zur Regelung der Raumtemperatur werden die Komponenten der Fußbodenheizung verwendet. Die Raumtemperaturregler dürfen nicht auf beheizten Wände montiert werden!



## Druckprüfung von **PRINETO** Wandheizungsinstallationen

Die Heizkreise von Warmwasser-Wandheizungen müssen nach Fertigstellung und vor dem Aufbringen des Putzes oder der Wandverkleidung durch eine Wasserdruckprobe auf Dichtheit geprüft werden. Die Prüfung ist zu protokollieren und vom Auftraggeber und Ausführenden zu unterzeichnen.

Der Prüfdruck muss das Doppelte des Betriebsdruckes, mindestens jedoch 6 bar, betragen. Dieser Druck auf die Rohre muss während des Verputzens oder Verkleidens aufrechterhalten werden.

**HINWEIS**

Wenn Verteiler mit Flowmetern montiert wurden, darf der Prüfdruck 6 bar nicht überschreiten! Sind Verteiler mit Regulierventilen montiert, darf der Prüfdruck 10 bar nicht überschreiten!

Die Druckprobe mit Wasser ist folgendermaßen durchzuführen:

- Die Heizkreisverteiler werden vom restlichen Heizungssystem durch Schließen der Absperreinrichtungen getrennt
- Jeder Heizkreis wird einzeln mit Wasser über den Vorlaufverteilerbalken gefüllt bis er absolut luftfrei ist. Dazu sind die Thermostatventile und Regulierventile oder Flowmeter einzeln vollständig zu öffnen und zu schließen
- Sind alle Heizkreise befüllt, muss die Verbindung zur Befülleinrichtung (z. B. Wasserversorgungsnetz) entsprechend DIN EN 1717 unterbrochen werden.
- Alle Thermostatventile und Regulierventile oder Flowmeter werden geöffnet
- Vorbereitung der Prüfung durch Beaufschlagung des gesamten Systems mit dem Prüfdruck (Betriebsdruck x 2, min. 6 bar). Der Ausgangsdruck wird nach einer halben Stunde und nochmals nach einer weiteren halben Stunde wiederhergestellt. Nach einer weiteren halben Stunde (1,5 Stunden seit Beginn) beginnt die Prüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!)
- Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 24 Stunden der Druckabfall kleiner als 1,5 bar ist und keine Undichtheiten festgestellt werden

Die Werkstoffeigenschaften der Kunststoffrohre führen bei der Druckprüfung zu einer Dehnung des Rohres, wodurch der Druck abfällt. Auch Temperaturänderungen verfälschen das Prüfergebnis. Darum sollte bei der Druckprüfung eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Prüfmediums angestrebt werden und der Ausgangsdruck muss nach der Rohrdehnung mehrmals wiederhergestellt werden.

**HINWEIS**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, wie die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden. Wenn für den Normalbetrieb der Anlage kein weiterer Frostschutz erforderlich ist, müssen die Frostschutzmittel durch Entleeren und Spülen mit mindestens dreimaligem Wasserwechsel entfernt werden.

# Druckprüfung von **PRINETO** Wandheizungsinstallationen



**Druckprüfprotokoll für Wandheizungsinstallationen**

Durchgeführt ☐ nach DIN 18380 (Ansprechdruck Sicherheitsventil) ☐ nach DIN EN 14336 (Betriebsdruck x 1,3)

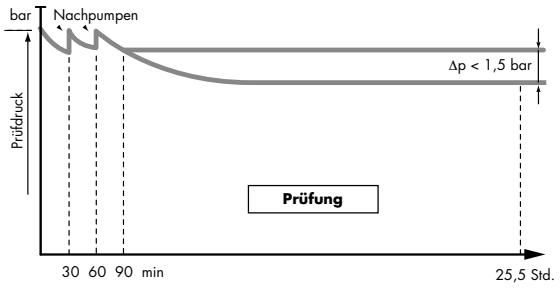
**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Heizkreisverteiler

Flächenheizrohr 14 _____ m
Stabil-Rohr 14 _____ m
Stabil-Rohr 16 _____ m
Flächenheizrohr 17 _____ m




## Vorbereitung (Dauer 90 Minuten)

Beginn ____ : ____ Uhr Ende ____ : ____ Uhr

Prüfdruck (2 x Betriebsdruck, min. 6 bar) _____ bar
Druck nach 90 Minuten (Beginn der Prüfung) _____ bar

**HINWEIS**

Die Temperatur des Prüfmediums sollte möglichst konstant gehalten werden. Leitungen mit Wasser füllen. Leitungen vollständig entlüften.

## Prüfung (Dauer 24 Stunden)

Beginn ____ : ____ Uhr Ende ____ : ____ Uhr

Prüfdruck zu Beginn der Prüfung _____ bar
Prüfdruck nach 24 Stunden _____ bar
Druckabfall (max. 1,5 bar) _____ bar

## Ergebnisse der Prüfung

Druckprüfung bestanden ☐ ja ☐ nein

Undichtigkeiten festgestellt ☐ ja ☐ nein

Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

## Funktionsheizen

Das Funktionsheizen darf bei kalkzementgebundenem Putz frühestens 21 Tage und bei gips- oder lehmgebundenen Putzen frühestens 7 Tage nach dem Aufbringen des Putzes durchgeführt werden. Die besonderen Angaben der Putzhersteller sind zu beachten. Bei Trockenbauwänden müssen die Fugenspachtelmassen vollkommen abgetrocknet sein.

Das Funktionsheizen beginnt mit einer Vorlauftemperatur zwischen 20 °C und 25 °C, die mindestens 3 Tage aufrechtzuerhalten ist. Anschließend muss schrittweise die maximale Auslegungstemperatur eingestellt und mindestens 4 Tage auf diesem Wert gehalten werden.

Der Ablauf ist in einem Protokoll zu dokumentieren und anschließend dem Auftraggeber auszuhändigen.

# Funktionsprüfung von **PRINETO** Wandheizungsinstallationen



**Funktionsheizprotokoll nach DIN EN 1264-4 für Wandheizungsinstallationen**

**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

**Prüfer:** _____

**Heizungsbauer:** _____

**Stuckateur:** _____

Putz _____ ☐ Kalkzement ☐ Gips ☐ Lehm ☐ Gipskartonplatte

Gesamtputzdicke (inkl. Rohrdurchmesser) _____ mm (bei Gipsplatten: Plattenstärke über Rohr)

Abschluss der Verputz-Verkleidungsarbeiten am _____

Ruhephase des Kalkzementputzes: 21 Tage

Ruhephase des Gips- oder Lehmputzes: 7 Tage

| | Datum Beginn | Soll VL-Temp. (°C) | Ist VL-Temp. (°C) | Mindestzeitraum | Datum Ende |
|---|---|---|---|---|---|
| Anheizen | | 20 | | | |
| | | 25 | | 3 Tage halten | |
| Aufheizen | | 30 | | | |
| | | 35 | | | |
| | | 40 | | | |
| | | 45 | | | |
| Max. Heizen | | maximale Auslegungstemp. | | 4 Tage halten | |
| Abheizen | | 45 | | | |
| | | 40 | | | |
| | | 35 | | | |
| | | 30 | | | |
| | | 25 | | | |
| | | 20 | | Fertigstellung | |

## Übergabe für weitere Baumaßnahmen

Außentemperatur: _____ °C Anlage in Betrieb: ☐ ja ☐ nein Vorlauftemperatur: _____ °C

Bemerkungen: _____

_____

Ort, Datum

Stempel und Unterschrift Heizungsbauer

Stempel und Unterschrift Auftraggeber/Planer

# Planung von ***PRINETO*** Wandheizungen



## Auslastungstabellen zur Massenermittlung und Auslegung

Auf Grundlage der Diagramme der wärmetechnischen Prüfungen der ***PRINETO*** Wandheizungssysteme wurden Tabellen zur überschlägigen Auslegung einer Wandheizung und zur Massenermittlung erstellt. Sie sind untergliedert nach dem jeweiligen Wandheizsystem und nach den Wärmeleitwiderständen der Wandbeläge. Die Tabellen beziehen sich auf eine Spreizung von 7,5 K, der maximale Druckverlust wurde auf 250 hPa begrenzt.

Aus diesen Tabellen kann in Abhängigkeit von Raminnentemperatur, Verlegeabstand und mittlerer Heizwassertemperatur die Wärmestromdichte, die mittlere Wand-Oberflächentemperatur und die maximale Heizkreisfläche entnommen werden.

## Auslastungstabelle Wandheizung Nasssystem 14

Spreizung: 5,0 K  Δp: 250 hPa  Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RlB = 0,00 m²*K/W (ohne Belag, d.h. Strukturputz, Wandfarbe, Tapete)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 30,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 35,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 40,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $l_R$ | Bedarf Fixschiene $l_{Fs}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 10 | 10,0 | 2,5 | 59 | 22,8 | 9,0 | 78 | 25,2 | 7,4 | 98 | 27,5 | 6,4 | 118 | 29,7 | 5,6 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 51 | 21,8 | 11,3 | 67 | 23,9 | 9,3 | 84 | 25,9 | 8,0 | 101 | 27,8 | 7,0 |
| **18** | 10 | 10,0 | 2,5 | 47 | 24,4 | 10,1 | 67 | 26,8 | 8,0 | 86 | 29,1 | 6,8 | 106 | 31,4 | 5,9 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 40 | 23,6 | 12,6 | 57 | 25,7 | 10,0 | 74 | 27,7 | 8,5 | 91 | 29,7 | 7,4 |
| **20** | 10 | 10,0 | 2,5 | 39 | 25,4 | 11,0 | 59 | 27,8 | 8,5 | 78 | 30,2 | 7,1 | 98 | 32,5 | 6,2 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 34 | 24,7 | 13,7 | 51 | 26,8 | 10,6 | 67 | 28,9 | 8,8 | 84 | 30,9 | 7,7 |
| **22** | 10 | 10,0 | 2,5 | 31 | 26,4 | 12,2 | 51 | 28,9 | 9,1 | 71 | 31,3 | 7,5 | 90 | 33,6 | 6,4 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 27 | 25,9 | 15,2 | 44 | 28,0 | 11,3 | 61 | 30,1 | 9,3 | 78 | 32,1 | 8,0 |
| **24** | 10 | 10,0 | 2,5 | 24 | 27,4 | 13,9 | 43 | 29,9 | 9,8 | 63 | 32,3 | 7,9 | 82 | 34,7 | 6,7 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 20 | 27,0 | 17,1 | 37 | 29,2 | 12,2 | 54 | 31,3 | 9,8 | 71 | 33,3 | 8,3 |

## Auslastungstabelle Wandheizung Nasssystem 14

Spreizung: 7,5 K  Δp: 250 hPa  Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RlB = 0,015 m²*K/W (Naturstein, Fliesen, Feinsteinzeug)

| Planungsdaten | | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 30,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 35,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 40,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $l_R$ | Bedarf Fixschiene $l_{Fs}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 10 | 10,0 | 2,5 | 55 | 22,4 | 12,4 | 74 | 24,6 | 10,3 | 92 | 26,8 | 9,0 | 110 | 28,9 | 8,0 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 48 | 21,5 | 15,6 | 64 | 23,4 | 13,0 | 80 | 25,3 | 11,2 | 95 | 27,2 | 10,0 |
| **18** | 10 | 10,0 | 2,5 | 44 | 24,0 | 14,0 | 63 | 26,3 | 11,3 | 81 | 28,5 | 9,6 | 99 | 30,6 | 8,5 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 38 | 23,3 | 17,5 | 54 | 25,3 | 14,1 | 70 | 27,2 | 12,0 | 86 | 29,1 | 10,6 |
| **20** | 10 | 10,0 | 2,5 | 37 | 25,1 | 15,3 | 55 | 27,4 | 12,0 | 74 | 29,6 | 10,1 | 92 | 31,8 | 8,8 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 32 | 24,5 | 19,1 | 48 | 26,5 | 15,0 | 64 | 28,4 | 12,6 | 80 | 30,3 | 11,0 |
| **22** | 10 | 10,0 | 2,5 | 29 | 26,2 | 17,1 | 48 | 28,5 | 12,9 | 66 | 30,7 | 10,7 | 85 | 32,9 | 9,2 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 25 | 25,7 | 21,2 | 41 | 27,7 | 16,1 | 57 | 29,7 | 13,3 | 73 | 31,6 | 11,5 |
| **24** | 10 | 10,0 | 2,5 | 22 | 27,2 | 19,5 | 40 | 29,6 | 14,0 | 59 | 31,9 | 11,3 | 77 | 34,1 | 9,6 |
| | 15 | 6,7 | 2,5 | 19 | 26,8 | 24,1 | 35 | 28,9 | 17,4 | 51 | 30,9 | 14,1 | 67 | 32,8 | 12,0 |

Auslastungstabelle Wandheizung Nasssystem 17

Spreizung: 7,5 K Δp: 250 hPa Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RIB = 0,00 m²*K/W (ohne Belag, d.h. Strukturputz, Wandfarbe, Tapete)

| **Planungsdaten** | | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 30,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 35,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 40,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $l_R$ | Bedarf Fixschiene $l_{Fs}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 10 | 10,0 | 2 | 60 | 23,0 | 18,7 | 80 | 25,4 | 15,6 | 100 | 27,7 | 13,5 | 120 | 30,0 | 12,0 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 52 | 22,0 | 23,5 | 69 | 24,0 | 19,6 | 86 | 26,1 | 17,0 | 103 | 28,1 | 15,1 |
| **18** | 10 | 10,0 | 2 | 48 | 24,5 | 21,1 | 68 | 27,0 | 17,0 | 88 | 29,3 | 14,5 | 108 | 31,6 | 12,7 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 41 | 23,7 | 26,4 | 58 | 25,8 | 21,3 | 76 | 27,9 | 18,2 | 93 | 29,9 | 16,0 |
| **20** | 10 | 10,0 | 2 | 40 | 25,5 | 23,2 | 60 | 28,0 | 18,1 | 80 | 30,4 | 15,2 | 100 | 32,7 | 13,3 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 34 | 24,8 | 28,9 | 52 | 27,0 | 22,7 | 69 | 29,0 | 19,1 | 86 | 31,1 | 16,6 |
| **22** | 10 | 10,0 | 2 | 32 | 26,5 | 25,9 | 52 | 29,0 | 19,5 | 72 | 31,4 | 16,1 | 92 | 33,8 | 13,9 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 28 | 25,9 | 32,2 | 45 | 28,1 | 24,4 | 62 | 30,2 | 20,1 | 79 | 32,3 | 17,4 |
| **24** | 10 | 10,0 | 2 | 24 | 27,5 | 29,6 | 44 | 30,0 | 21,2 | 64 | 32,5 | 17,1 | 84 | 34,8 | 14,5 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 21 | 27,0 | 36,7 | 38 | 29,3 | 26,4 | 55 | 31,4 | 21,3 | 72 | 33,5 | 18,2 |

Auslastungstabelle Wandheizung Nasssystem 17

Spreizung: 7,5 K Δp: 250 hPa Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RIB = 0,015 m²*K/W (Naturstein, Fliesen, Feinsteinzeug)

| **Planungsdaten** | | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 30,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 35,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 40,0 | | | **Mittlere Heizwassertemperatur** ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $l_R$ | Bedarf Fixschiene $l_{Fs}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 10 | 10,0 | 2 | 56 | 22,4 | 19,5 | 74 | 24,7 | 16,2 | 93 | 26,8 | 14,1 | 111 | 29,0 | 12,5 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 49 | 21,6 | 24,2 | 65 | 23,6 | 20,2 | 81 | 25,5 | 17,5 | 97 | 27,4 | 15,6 |
| **18** | 10 | 10,0 | 2 | 44 | 24,1 | 21,9 | 63 | 26,3 | 17,7 | 81 | 28,5 | 15,1 | 100 | 30,7 | 13,3 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 39 | 23,4 | 27,2 | 55 | 25,4 | 22,0 | 71 | 27,3 | 18,7 | 87 | 29,3 | 16,5 |
| **20** | 10 | 10,0 | 2 | 37 | 25,1 | 24,1 | 56 | 27,4 | 18,9 | 74 | 29,7 | 15,8 | 93 | 31,8 | 13,8 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 32 | 24,6 | 29,8 | 49 | 26,6 | 23,4 | 65 | 28,6 | 19,7 | 81 | 30,5 | 17,2 |
| **22** | 10 | 10,0 | 2 | 30 | 26,2 | 26,9 | 48 | 28,5 | 20,3 | 67 | 30,8 | 16,7 | 85 | 33,0 | 14,4 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 26 | 25,7 | 33,1 | 42 | 27,8 | 25,1 | 58 | 29,8 | 20,7 | 75 | 31,7 | 17,9 |
| **24** | 10 | 10,0 | 2 | 22 | 27,2 | 30,7 | 41 | 29,6 | 22,0 | 59 | 31,9 | 17,8 | 78 | 34,1 | 15,1 |
| | 15 | 6,7 | 2 | 19 | 26,9 | 37,6 | 36 | 29,0 | 27,2 | 52 | 31,0 | 22,0 | 68 | 33,0 | 18,7 |

## Auslastungstabelle Wandheizung Trockensystem

Spreizung: 7,5 K  Δp: 250 hPa  Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RIB = 0,00 m²*K/W (ohne Belag, d.h. Strukturputz, Wandfarbe, Tapete)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 30,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 35,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 40,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $I_R$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 12 | 8,3 | 53 | 22,1 | 17,6 | 70 | 24,2 | 14,6 | 88 | 26,3 | 12,7 | 106 | 28,4 | 11,3 |
| | 24 | 4,2 | 34 | 19,8 | 28,3 | 46 | 21,2 | 23,6 | 57 | 22,6 | 20,4 | 68 | 24,0 | 18,2 |
| **18** | 12 | 8,3 | 42 | 23,8 | 19,8 | 60 | 26,0 | 15,9 | 77 | 28,1 | 13,6 | 95 | 30,1 | 12,0 |
| | 24 | 4,2 | 27 | 21,9 | 31,5 | 39 | 23,4 | 25,5 | 50 | 24,8 | 21,7 | 62 | 26,2 | 19,2 |
| **20** | 12 | 8,3 | 35 | 24,9 | 21,7 | 53 | 27,1 | 17,0 | 70 | 29,2 | 14,3 | 88 | 31,3 | 12,4 |
| | 24 | 4,2 | 23 | 23,3 | 34,2 | 34 | 24,8 | 27,0 | 46 | 26,2 | 22,7 | 57 | 27,6 | 19,9 |
| **22** | 12 | 8,3 | 28 | 26,0 | 24,1 | 46 | 28,2 | 18,3 | 63 | 30,4 | 15,1 | 81 | 32,5 | 13,0 |
| | 24 | 4,2 | 18 | 24,7 | 37,7 | 30 | 26,2 | 28,8 | 41 | 27,7 | 23,9 | 52 | 29,1 | 20,7 |
| **24** | 12 | 8,3 | 21 | 27,1 | 27,5 | 39 | 29,4 | 19,8 | 56 | 31,5 | 16,0 | 74 | 33,7 | 13,6 |
| | 24 | 4,2 | 14 | 26,1 | 40,0 | 25 | 27,6 | 31,0 | 36 | 29,1 | 25,2 | 48 | 30,5 | 21,5 |

## Auslastungstabelle Wandheizung Trockensystem

Spreizung: 7,5 K  Δp: 250 hPa  Wärmeleitwiderstand des Wandbelages RIB = 0,015 m²*K/W (Naturstein, Fliesen, Feinsteinzeug)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 30,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 35,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 40,0 | | | Mittlere Heizwassertemperatur ΘHm in °C 45,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum-innentem-peratur $\Theta_i$ | Verlege-abstand VA | Rohrbe-darf $I_R$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ | max. Wär-mestrom-dichte q | Mittlere Wandtem-peratur ΘFm | max. Heizkreis-fläche $A_{HK}$ |
| in °C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| **15** | 12 | 8,3 | 50 | 21,7 | 18,2 | 66 | 23,7 | 15,1 | 83 | 25,7 | 13,1 | 99 | 27,6 | 11,7 |
| | 24 | 4,2 | 32 | 19,6 | 29,0 | 43 | 20,9 | 24,2 | 54 | 22,3 | 21,0 | 65 | 23,6 | 18,7 |
| **18** | 12 | 8,3 | 40 | 23,5 | 20,4 | 56 | 25,5 | 16,5 | 73 | 27,5 | 14,0 | 89 | 29,4 | 12,4 |
| | 24 | 4,2 | 26 | 21,7 | 32,3 | 37 | 23,1 | 26,1 | 48 | 24,5 | 22,3 | 58 | 25,8 | 19,7 |
| **20** | 12 | 8,3 | 33 | 24,6 | 22,4 | 50 | 26,7 | 17,6 | 66 | 28,7 | 14,8 | 83 | 30,7 | 12,9 |
| | 24 | 4,2 | 22 | 23,2 | 35,0 | 32 | 24,6 | 27,7 | 43 | 25,9 | 23,3 | 54 | 27,3 | 20,4 |
| **22** | 12 | 8,3 | 26 | 25,8 | 24,9 | 43 | 27,9 | 18,9 | 59 | 29,9 | 15,6 | 76 | 31,9 | 13,4 |
| | 24 | 4,2 | 17 | 24,6 | 38,5 | 28 | 26,0 | 29,5 | 39 | 27,4 | 24,5 | 50 | 28,7 | 21,2 |
| **24** | 12 | 8,3 | 20 | 26,9 | 28,3 | 36 | 29,1 | 20,4 | 53 | 31,1 | 16,5 | 69 | 33,1 | 14,1 |
| | 24 | 4,2 | 13 | 26,0 | 40,0 | 24 | 27,4 | 31,7 | 35 | 28,8 | 25,8 | 45 | 30,2 | 22,1 |

# Planung von ***PRINETO*** Wandheizungen



## Planung und Auslegung der Wandheizung

Die verschärften Anforderungen an den Wärmeschutz und die verbesserte Wärmedämmung führen zu einer drastischen Reduzierung der Wärmeverluste von Gebäuden. Die daraus resultierende niedrigere Heizlast kann in der Regel durch ein Flächenheizungssystem gedeckt werden.

Die exakte Berechnung und Dimensionierung mit Massenermittlung wird heute üblicherweise mit haustechnischen Planungsprogrammen durchgeführt. Für das ***PRINETO*** System können die Datensätze der Firma Dendrit verwendet werden.

Folgende Kenngrößen sind für die Auslegung einer Wandheizung erforderlich:

Auslegungs-Wärmeleistung $Q_H$(W), ist nach DIN 1264-3 die Heizlast $Q_N$,f, die bei der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 (Normheizlast ΦHL) ermittelt wird, Heizfläche AF (m²), tatsächlich zur Rohrverlegung nutzbare Wandfläche, Norm-Rauminnentemperatur Θi (°C), nach DIN EN 12831 Beiblatt 1, beinhaltet die Lufttemperatur und die mittlere Temperatur der raumumschließenden Flächen, Maximale Wand-Oberflächentemperatur $\Theta_{W'}$ max. (°C), ist unter Berücksichtigung von Behaglichkeitskriterien begrenzt:

Räume mit geringer Verweildauer (z. B. Bäder, Therapieräume): 40 °C Räume mit längerer Verweildauer (z. B. Wohnräume, Büros): 35 °C

Die Auslegungsvorlauftemperatur $\Theta_V$ muss so gewählt werden, dass diese Werte auf der Wand nicht überschritten werden.

Bei einer vorgewählten Heizmittelübertemperatur wird die Spreizung so gewählt, dass dies gewährleistet ist.

**HINWEIS**

An der beheizten Wand aufgestellte große Möbel, Wandteppiche oder Bilder reduzieren die Wärmeabgabe erheblich. Darum sollten Wandheizungen möglichst an frei bleibenden Wänden montiert werden. Andernfalls sind die verstellten Flächen von der zur Beheizung nutzbaren Fläche abzuziehen und auf andere freie Wandflächen oder eine Fußbodenheizung zu verteilen.

Mittlere Heizwassertemperatur $\Theta_{H'm}$ (°C), Durchschnittswert der Vorlauf- und Rücklauftemperatur, berücksichtigt die Temperaturspreizung,

$$\Theta_{H'm} = (\Theta_V - \Theta_R) : 2 + \Theta_R$$

Spreizung σ (K), Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ($\Theta_V - \Theta_R$), Wärmeleitwiderstand des Wandbelags $R_{\lambda,B}$ (m² K/W), beeinflusst die Wärmeübertragung des Wandputzes an den Raum und hängt vom verwendeten Material ab. Der Wert sollte 0,015 m²K/W (bspw. Wandfliesen) nicht überschreiten.

Daraus lassen sich folgende Kenngrößen errechnen:

- Heizmittelübertemperatur $\Delta\Theta_H$ (K), Differenz aus mittlerer Heizwassertemperatur $\Theta_{iH'm}$ und Norm-Rauminnentemperatur $\Theta_{ii}$

$$\Delta\Theta_H = \Theta_{H'm} - \Theta_i$$

- Vorlaufübertemperatur $\Delta\Theta_V$ , Differenz aus Vorlauftemperatur $\Theta_V$ und Norm-Rauminnentemperatur $\Theta_i$

$$\Delta\Theta_V = \Theta_V - \Theta_i$$

- Verlegeabstand VA (cm), wird ermittelt in Abhängigkeit von Wärmestromdichte, Heizmittelübertemperatur und eventuellem Wärmeleitwiderstand des Wandbelages (vgl. Diagramme wärmetechnische Prüfungen, ab Seite 263)
- Maximal verlegbare Rohrlänge $l_{R'max.}$ (m), der Gesamtdruckverlust eines Heizkreises sollte 250 hPa nicht überschreiten – der erforderliche Massenstrom und die Rohrdimension begrenzen demzufolge die verlegbare Rohrlänge (vgl. Druckverlusttabellen der Rohre, ab Seite 101 ff)
- Rohrbedarf lR (m), der Verlegeabstand VA und die Heizfläche AF bestimmen den Rohrbedarf pro m² Wandfläche:

$$l_R = [1 : VA \text{ (in m)}] \times A_F$$

# Planung von **PRINETO** Wandheizungen



- Maximale Heizkreisfläche AHK, max. ($m^2$), wird bestimmt durch die Geometrie des Raumes und der maximal verlegbaren Rohrlänge auf Grundlage des Rohrbedarfes (vgl. Auslastungstabellen, ab Seite 256).

- Massenstrom m (kg/h), ist als Auslegungsheizmittelstrom mH in Anlehnung an DIN 1264-3 zu ermitteln.

Die für Heizkörperheizungen übliche Massenstromberechnung

$$m = QH : [1{,}163 \times (\Theta V - \Theta R)]$$

muss um den Massenstrom, der sich aus dem Wärmeverlust zum benachbarten Raum ergibt, korrigiert werden. Dazu muss der Teilwärmedurchgangswiderstand zum beheizten Raum ($R_{bR}$) und zum benachbarten Raum ($R_{nR}$, Summe aller einzelnen Wärmeleit- und Übergangswiderstände von Wandkonstruktion und ggf. Dämmplatten) ermittelt werden.

$R_{bR}$ kann man unter Zuhilfenahme der Diagramme oder der Auslastungstabellen nach folgender Formel ermitteln:

$$RbR = \Delta\Theta H : q$$

Damit ergibt sich:

$$m = K \cdot Q_H : [1{,}163 \times (\Theta_V - \Theta_R)]$$

$$K = 1 + R_{bR} : R_{nR} + (\Theta i - \Theta_{nR}) : (q \times R_{nR})$$

$\Theta$nR ist die Raumtemperatur des benachbarten Raumes.

Beispiel zur Ermittlung des Verlegeabstandes:

**Nasssystem 14**

| | |
|---|---|
| Heizfläche: | 20 m² |
| Rauminnentemperatur: | 20 °C |
| Mittlere Heizwassertemperatur: | 38 °C |
| Struktur-Deckputz: | 0,0 m² K/W |
| Auslegungs-Wärmeleistung: | 1200 W |

Heizmittelübertemperatur $\Delta\Theta_H$ = mittlere Heizwassertemperatur $\Theta_{H,m}$ – Raumtemperatur $\Theta_i$

= 38 °C – 20 °C
= 18 K

Wärmestromdichte q = Auslegeleistung $Q_H$ : Heizfläche $A_F$

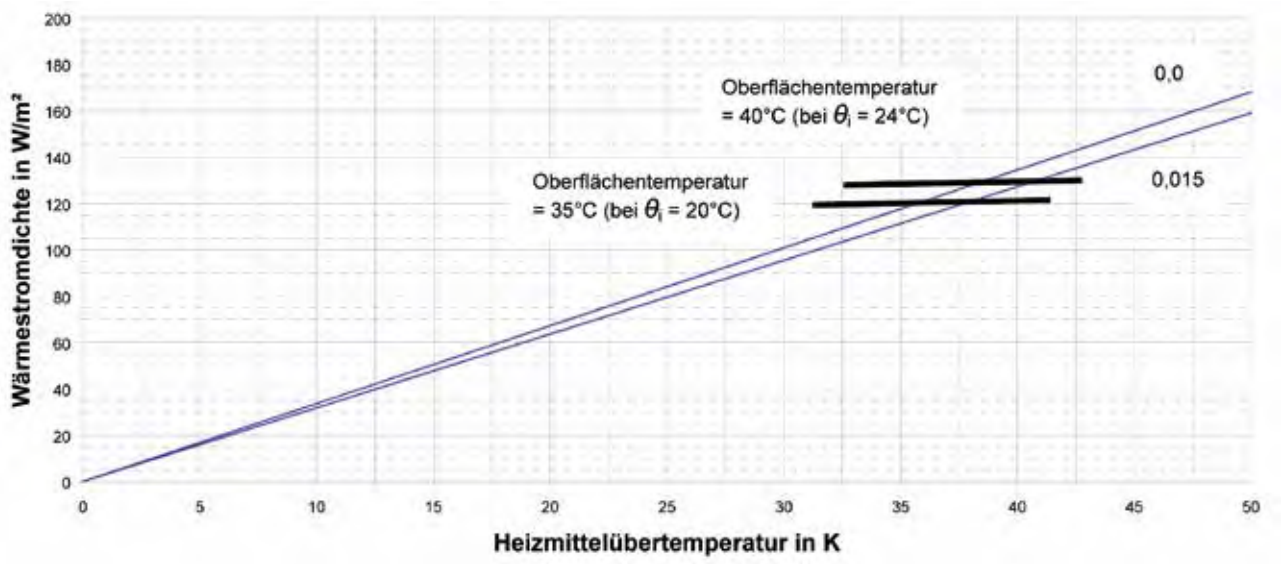
= 1200 W : 20 m²
= 60 W/m²

Diese Werte werden auf die Achsen der Diagramme des Nasssystems 14 übertragen. Dabei wird mit dem Verlegeabstand VA 15 cm begonnen.

Der Kreuzungspunkt beider Werte im Diagramm sollte auf der Geraden 0,0 oder knapp darunter sein.

Beispiel : $\Delta\Theta_H$ = 18 K ; $\Delta\Theta_V$ = 22 K ; $\sigma$ = 8 K ; q = 60 W/m²

Wandheizung Nassssystem 14 Verlegeabstand 15 cm



# Planung von **PRINETO** Wandheizungen



Im Beispieldiagramm befindet sich der Kreuzungspunkt genau auf der Geraden 0,00. Mit einem Verlegeabstand von 15 cm wird die geforderte Wärmestromdichte von 60 W/m² bei einer Heizmittelübertemperatur von 18 K erbracht.

Bei einer Spreizung von 8 K ergibt sich eine Vorlauftemperatur von 42 °C. Der Kreuzungspunkt mit der Geraden 0,00 liegt unterhalb der schwarzen Grenzkurve für die Begrenzung der Wand-Oberflächentemperatur (Räume mit längerer Verweildauer). Bei einer Vorlauftemperatur von 42 °C wird beim Struktur-Deckputz die maximal zulässige Oberflächentemperatur von 35 °C nicht überschritten.

Für alle Räume eines Hauses werden nun je nach Wandbelag und Wärmestromdichte mit der einmal gewählten Heizmittelübertemperatur und Vorlauftemperatur die Verlegeabstände ermittelt.

Verkleinert man die Teilung, so nimmt bei gleichem Wandbelag und gleicher Heizmittelübertemperatur die Wärmestromdichte zu. Vergrößert man die Heizmittelübertemperatur bei gleichem Wandbelag und gleicher Wärmestromdichte, so kann man den Verlegeabstand verkleinern. Kleinere Verlegeabstände führen also zu niedrigeren Systemtemperaturen.

Die manuelle Ermittlung der Massenströme in Anlehnung an DIN EN 1264-3 und der daraus resultierenden Druckverluste für den hydraulischen Abgleich ist sehr aufwändig und wir empfehlen die Verwendung haustechnischer Planungssoftware (Dentrit).

Werden die Heizrohre auf Grundlage einer manuellen Berechnung verlegt, sollte der Gesamtdruckverlust jedes Heizkreises unter 250 hPa liegen. Je nach Strömungsgeschwindigkeit (hier bei 0,4 m/s) ergibt sich daraus die maximale Rohrlänge eines Heizkreises:

| | |
|---|---|
| Flächenheizrohr 14: | 90 m |
| Stabil-Rohr 14: | 90 m |
| Stabil-Rohr 16: | 106 m |
| Flächenheizrohr 17: | 124 m |

Die Größen der maximalen Heizkreisflächen können den Auslastungstabellen entnommen werden.

## Diagramme der wärmetechnischen Prüfungen

Die **PRINETO** Wandheizungssysteme wurden nach prEN 1264-5 wärmetechnisch berechnet. Die Prüfbericht-Nummern sind auf den folgenden Seiten für das jeweilige System angegeben.

In den folgenden Diagrammen sind die systemspezifisch erreichbaren Wärmestromdichten der verschiedenen Systeme in Abhängigkeit von Verlegeabstand, Wandbelagswiderstand und Heizmittelübertemperatur dargestellt.

Grenzkurve maximale Wand-Oberflächentemperatur für Räume mit geringer Verweildauer.

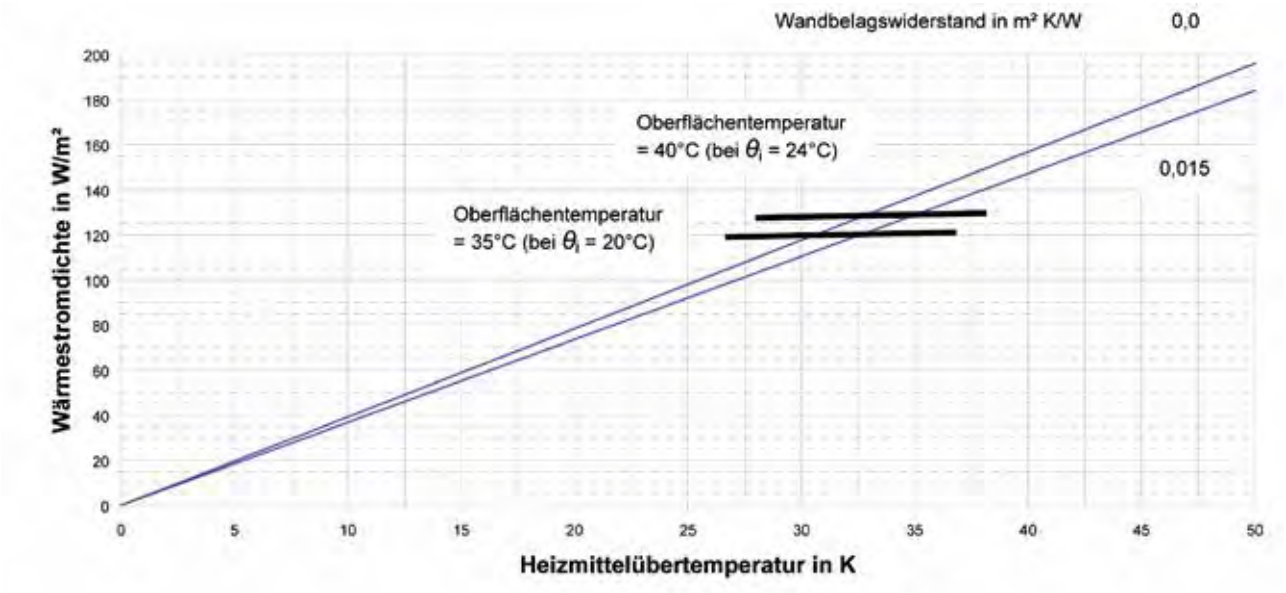
$\Theta W,max = 40\ °C;\ \Theta i = 24\ °C$

Grenzkurve maximale Wand-Oberflächentemperatur für Räume mit längerer Verweildauer.

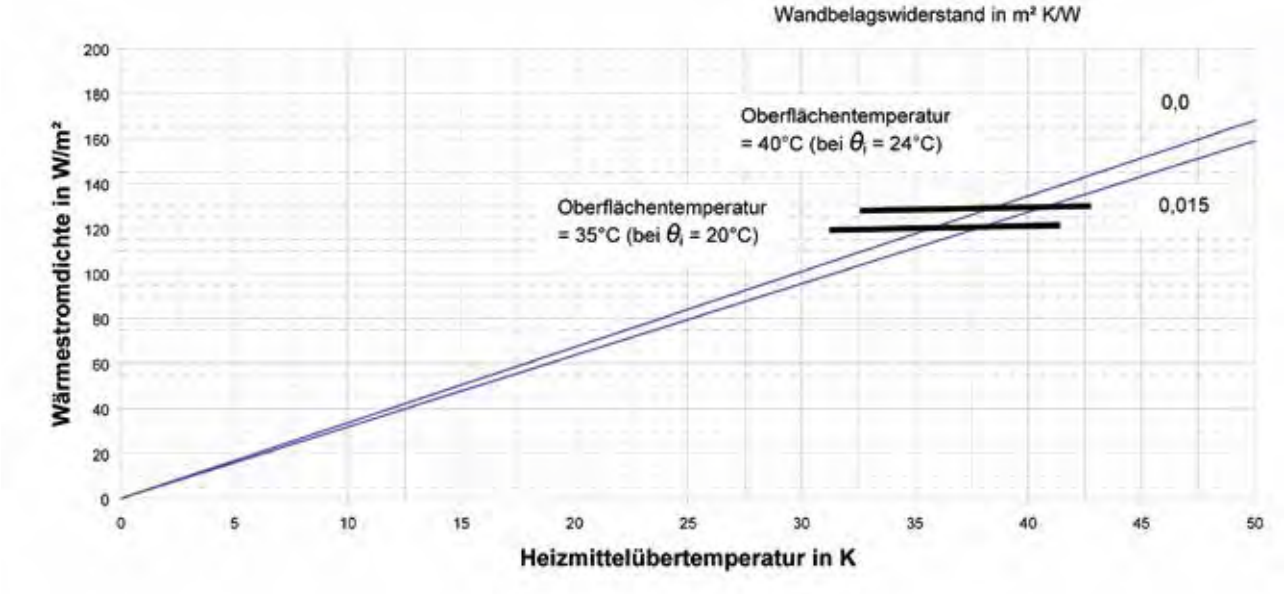
$\Theta W,max = 35\ °C;\ \Theta i = 20\ °C$

Kreuzungspunkt muss unter Grenzkurve liegen.

Wandheizung Nasssystem 14 Verlegeabstand 10 cm



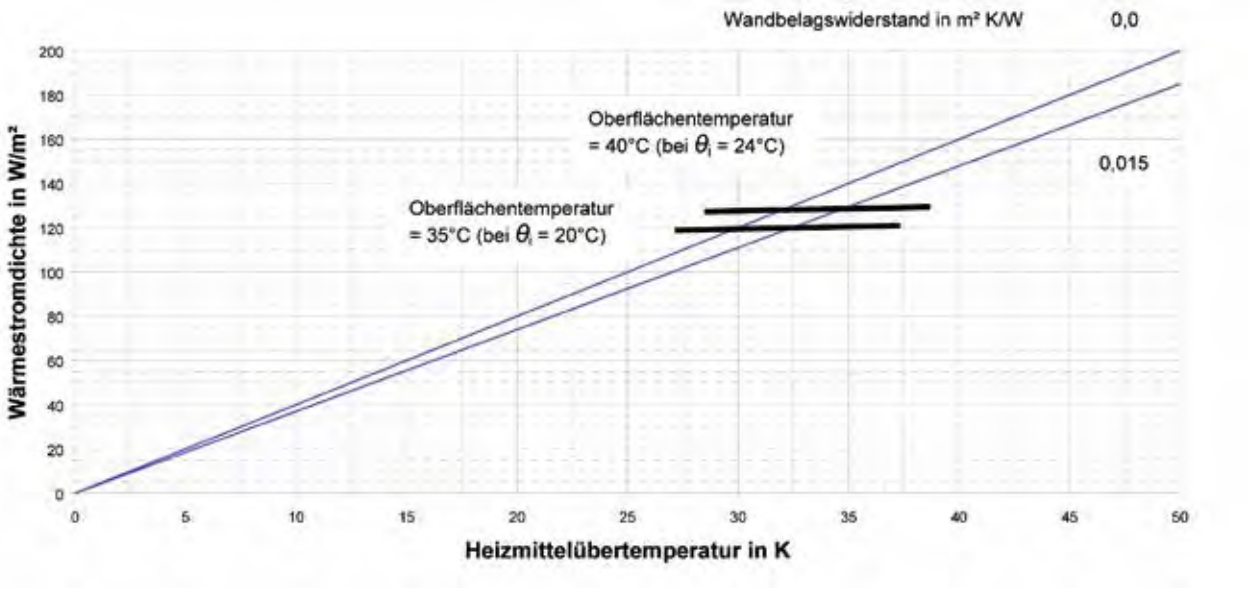

Wandheizung Nasssystem 14 Verlegeabstand 15 cm



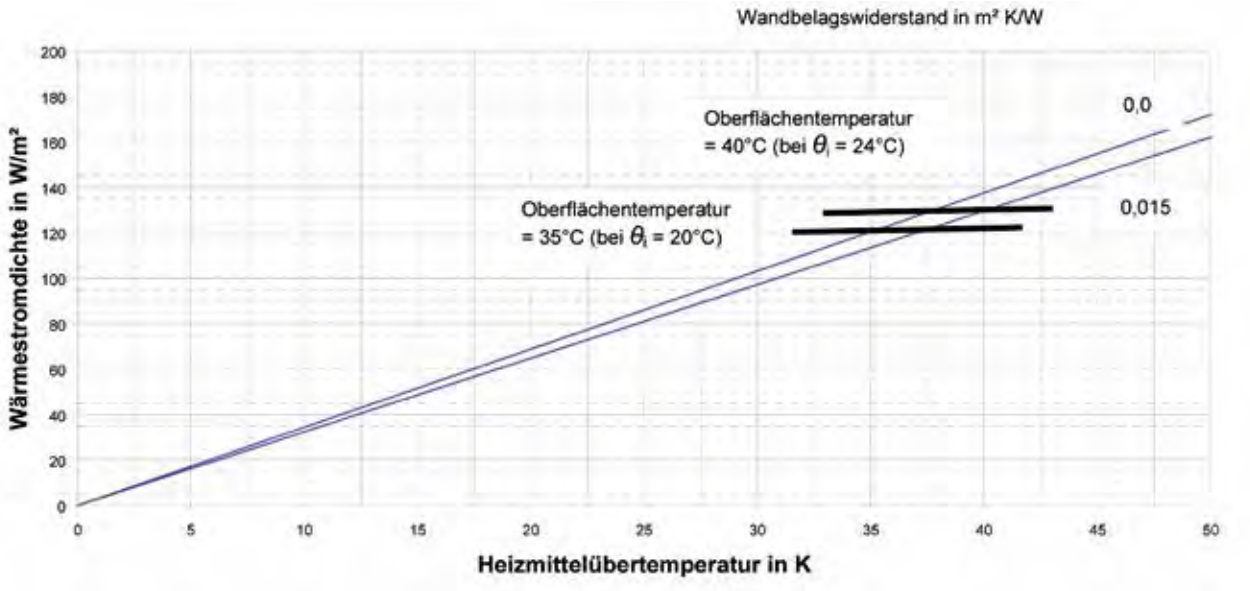
# Planung von **PRINETO** Wandheizungen



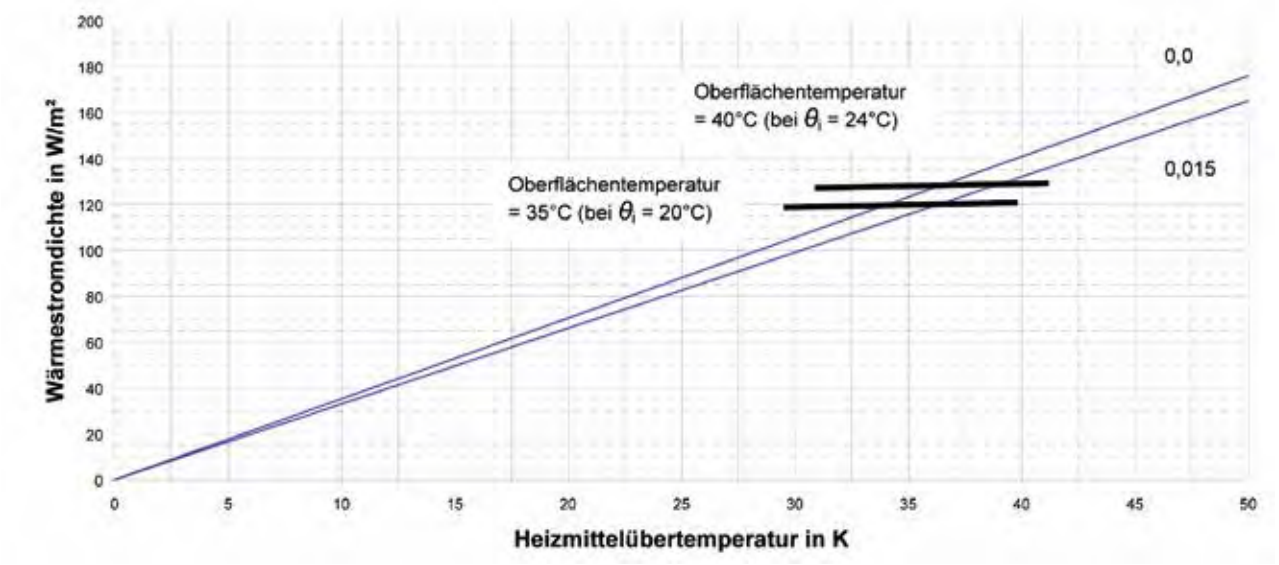
Wandheizung Nasssystem 17 Verlegeabstand 10 cm



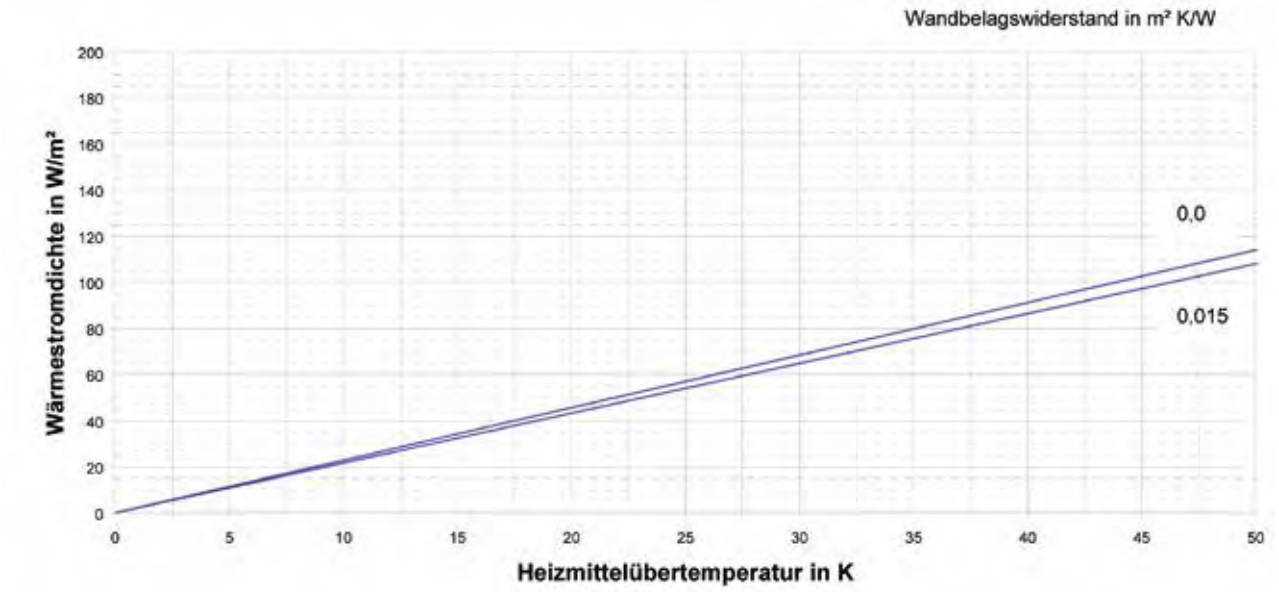

Wandheizung Nasssystem 17 Verlegeabstand 15 cm



Wandheizung Trockensystem Verlegeabstand 12 cm




Wandheizung Trockensystem Verlegeabstand 24 cm



# Notizen

## **PRINETO** Industrieflächenheizung

Allgemeine Grundlagen S. 269
Aufbau einer Industrieflächenheizung S. 270
Montageanleitung S. 271
Hydraulischer Abgleich S. 272

Planung und Auslegung S. 274
- Auslastungstabellen S. 274

# Allgemeine Grundlagen

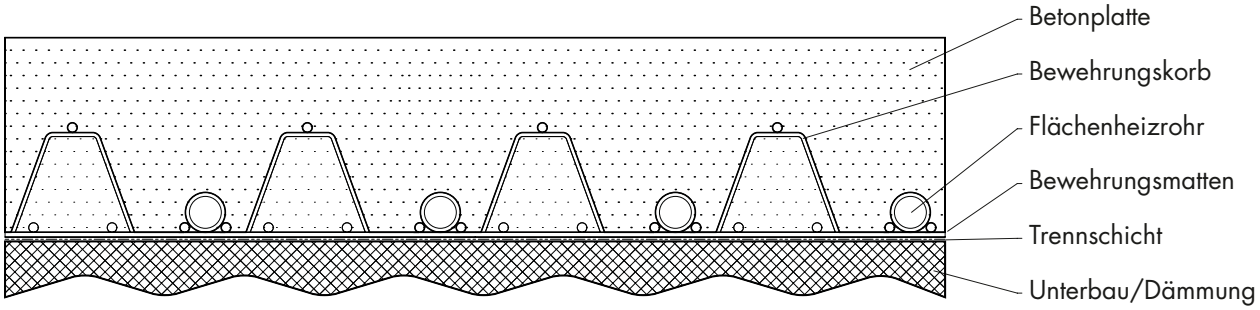
Flächenheizungen finden nicht nur im Wohnungsbereich Anwendung, sondern unter anderem auch in Lager-, Verkaufs- und Produktionshallen. Das Heizprinzip einer Industriefußbodenheizung ist das gleiche wie bei einer Fußbodenheizung im Wohnbereich. Die höchste Temperatur tritt nahe dem Boden auf, also in einem Bereich, in dem sich Menschen aufhalten, und nimmt mit steigender Höhe ab. Dies ist vor allem bei hohen Hallen ein deutlicher Vorteil gegenüber beispielsweise Deckenstrahlern. Es entsteht ohne Zugluft ein stabiles Temperaturprofil.

Da die Innentemperatur niedriger und das System an sich träger ist, kann die Heizung mit einer noch geringeren Vorlauftemperatur betrieben werden als bei gewöhnlichen Fußbodenheizungen. Hinzu kommt, dass die gesamte Masse des Betonbodens einen sehr großen Wärmespeicher darstellt, wodurch auch längere Standzeiten der Heizung überbrückt werden können.

Bei Hallenneubauten kann die erforderliche Wärmeleistung durchaus bei 30 – 40 W/m² liegen. Einen Überblick über die Leistungsfähigkeit von Industriefußbodenheizungen geben die Auslastungstabellen ab Seite 273, in denen je nach Rohrüberdeckung und Verlegeabstand die Wärmeleistung abgelesen werden kann.

# Aufbau einer Industrieflächenheizung

Der Unterbau besteht üblicherweise aus einer Schüttung oder einer Perimeterdämmung. Sollte auf eine Perimeterdämmung verzichtet werden, kann ein Antrag auf Befreiung von der Energieeinsparverordnung (EnEV) bei den zuständigen Bauämtern gestellt werden. Auf den Unterbau wird eine Trennschicht gelegt, die in der Regel aus einer diffusionsdichten Folie besteht. Darauf werden in der Verschalung die Bewährungsmatten, gegebenenfalls mit Drunterleisten, verlegt. Das Heizungsrohr wird an den Bewehrungsmatten in der gewünschten Höhe befestigt. Jedoch ist auf eine ausreichende Tiefe im Beton zu achten, falls Bohrungen vorzunehmen sind. Nach dem Vergießen des Betons ist die Ermittlung der Lage der Rohre sehr schwierig und unzuverlässig. Aus diesem Grund ist eine Betonüberdeckung von weniger als 10 cm nicht zu empfehlen.




Schnittzeichnung Industrieflächenheizung (Heizrohr auf unterster Bewehrungsmatte).

- Geeignet zur Beheizung von Industriehallen auf erdverlegten Betonplatten
- Vorteile wie eine Fußbodenheizung mit niedriger Vorlauftemperatur
- Geeignet für eine kontinuierliche Wärmezufuhr
- Das Rohr ist vom Beton umgeben, was einen guten Wärmeübergang ermöglicht
- Verlegeabstand und Verlegeart frei wählbar
- Rohrüberdeckung frei wählbar
- Verwendung von flexiblen Heizrohren mit Innendurchmesser 16 mm und 20,4 mm, um möglichst große Heizkreisflächen zu ermöglichen
- Heizrohre sind durch eine EVOH-Schicht nach DIN 4726 sauerstoffdiffusionsdicht

# Montageanleitung



Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Bodenheizungen sind zu beachten!

Zwischen Unterbau (Perimeterdämmung, Erdreich) ist eine Trennschicht zu legen. Auf diese Trennschicht werden je nach Bauausführung Bewehrungsmatten ausgelegt. Dies kann auch durch Abstandshalter und Drunterleisten in gewisser Höhe über der Trennschicht erfolgen. In gewünschtem Abstand zum Unterbau wird nun das ***PRINETO*** Flächenheizrohr verlegt. Dabei wird das Rohr mithilfe des ***PRINETO*** Drahtbindegerätes (Art.-Nr. 878 386 215) und dem ***PRINETO*** Bindedraht (Art.-Nr. 878 386 216) an den Bewehrungsmatten befestigt. Es ist auch möglich, das Rohr mit Kabelbinder zu befestigen. Die Verlegeart ist frei wählbar, so ist auch der Anschluss nach Tichelmann möglich. Es ist der Fugenplan zu beachten.

Zur Verlegung können folgende ***PRINETO*** Rohre verwendet werden:
- Flächenheizrohr ÖKO-FLEX 20 (Art.-Nr. 878 311 371)
- Flächenheizrohr ÖKO-FLEX 25 (Art.-Nr. 878 311 381)

Die Rohre sind beim Durchgang durch Dehnfugen und beim Eintritt in die Betonplatte mit dem ***PRINETO*** geschlitzten Schutzrohr (für Flächenheizrohr 20 Art.-Nr. 878 386 210, für Flächenheizrohr 25 Art.-Nr. 878 386 211) zu ummanteln. Die Enden des Schutzrohres sind vor Eintritt von Beton zu schützen.

**ACHTUNG**

Verwendete Fittings, die von Beton umschlossen werden sollen, sind vor Außenkorrosion mit geeigneten Mitteln zu umhüllen.

Die Verteilung der Heizkreise mit Rohren der Dimension 20 werden am Industrieverteiler 2" mit Flowmeter angeschlossen. Der Anschluss erfolgt mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (Art.-Nr. 878 343 720) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (Art.-Nr. 878 386 015).

Die Verteilung der Heizkreise mit Rohren der Dimension 25 werden am Industrieverteiler 2" mit Regulierventil angeschlossen. Der Übergang wird durch eine am Verteiler befindliche Klemmverschraubung sichergestellt.

Bei großen, gleichmäßigen Heizflächen ist es auch möglich, die Heizkreise über eine Tichelmannanbindung zu realisieren. Hierzu stehen für die Flächenheizrohre 17 bis 25 eine Vielzahl von T-Stücken und Kupplungen zur Verfügung.

Zur Absperrung der Verteiler dient der ***PRINETO*** Kugelhahn für Industrieverteiler (Art.-Nr. 878 386 179).

Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung.

Vor den Betonierarbeiten ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Ebenso ist vor dem Betonieren eine Druckprüfung durchzuführen. Es ist ein Druckprüfprotokoll, wie auf Seite 290 dargestellt, zu erstellen.

**ACHTUNG**

Das Rohr muss beim Vergießen unter Druck stehen! Dies kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt werden, dass die Heizkreise an einen Kompressor oder eine Wasserleitung angeschlossen sind. Dies ist nötig, um eine eventuell auftretende Leckage zu erkennen. Aus diesem Grund sollte auch ein Monteur mit Werkzeug, Kupplungen und Hülsen die Betonierarbeiten begleiten.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

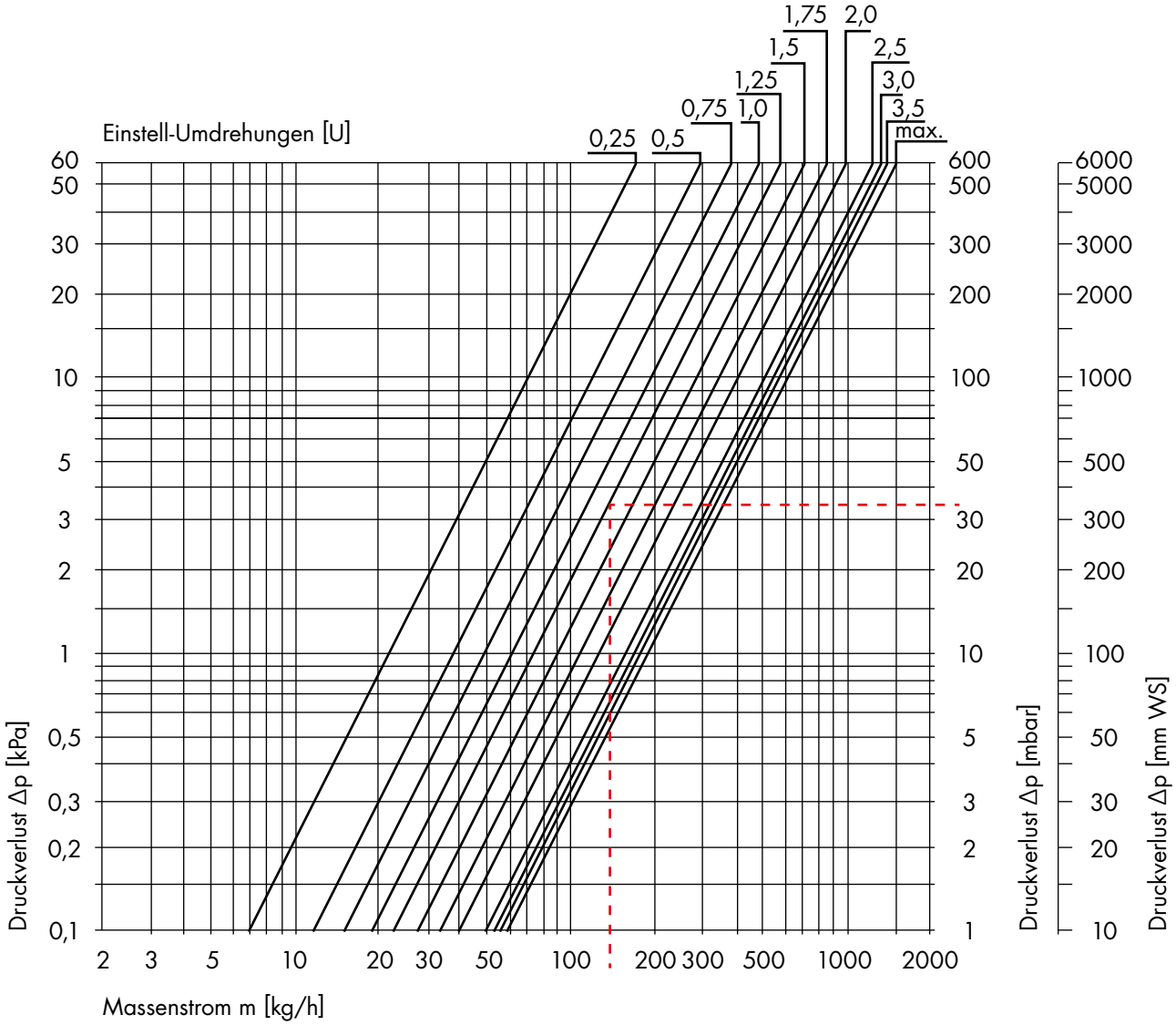
# Hydraulischer Abgleich



Nach dem Vergießen des Betons erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise. Bei Verteiler mit Flowmeter, einem Regulierventil mit Volumenstromanzeige, genügen zum Abgleich die Angaben der Volumenströme in Liter pro Minute. Zur Einstellung müssen alle Heizkreise geöffnet sein. Danach können die einzelnen Flowmeter auf den jeweils berechneten Wert eingestellt werden.

Bei Verteiler mit Regulierventilen wird durch Drehung der Ventilspindel der Druckverlust Δp des aktuellen Heizkreises dem Druckverlust des ungünstigsten (höchster Druckverlust) $\Delta p_{max.}$ angepasst. Dazu ist die Kenntnis der Druckverluste der Heizkreise und der benötigten Massenströme nötig. Mit Hilfe des unten abgebildeten Diagramms kann die Ventilstellung in Abhängigkeit der Druckverlustdifferenz, zwischen dem aktuellen Heizkreis und dem ungünstigsten Heizkreis, und dem Massenstrom des aktuellen Heizkreises abgelesen werden. Zur Einstellung ist das Ventil komplett zu schließen und um die aus dem Diagramm ermittelten Einstell-Umdrehungen wieder zu öffnen.

**Druckverlustdiagramm für mechanische Regulierventile (im Vorlauf) von Industrieverteilern**



# Planung und Auslegung

## Auslastungstabellen

Auf Grundlage von Berechnungen nach DIN EN 1264-2 und DIN EN 15377-1 wurden Auslastungstabellen erstellt, in denen die an den Raum übertragene Wärmeleistung und maximale Heizkreislänge in Abhängigkeit vom Verlegeabstand, Rohrüberdeckung und Heizwassermitteltemperatur abgelesen werden. Diese Werte beziehen sich auf einen maximalen Druckverlust im Heizkreis von 300 mbar und eine Spreizung von 5 K. Für die Ausführung und den hydraulischen Abgleich müssen jedoch genauere Berechnungen durchgeführt werden.

Die Auslastungstabellen befinden sich auf den folgenden Seiten.

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 20 x 2,0** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_{\lambda}$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,1 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ιν ° = 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ιν ° = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ιν ° = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ιν ° = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-temperatur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 74 | 22,8 | 20,4 | 100 | 25,0 | 16,9 | 126 | 27,1 | 14,6 | 153 | 29,2 | 12,9 |
| | 15 | 6,7 | 66 | 22,2 | 25,2 | 90 | 24,1 | 20,9 | 113 | 26,1 | 18,0 | 137 | 28,0 | 16,0 |
| | 20 | 5,0 | 59 | 21,6 | 29,8 | 80 | 23,4 | 24,7 | 102 | 25,1 | 21,3 | 123 | 26,8 | 18,9 |
| | 25 | 4,0 | 53 | 21,1 | 34,5 | 72 | 22,7 | 28,5 | 91 | 24,3 | 24,6 | 110 | 25,8 | 21,9 |
| | 30 | 3,3 | 48 | 20,6 | 39,2 | 65 | 22,1 | 32,4 | 82 | 23,5 | 28,0 | 99 | 24,9 | 24,9 |
| 17 | 10 | 10,0 | 68 | 23,4 | 21,3 | 95 | 25,6 | 17,4 | 121 | 27,7 | 14,9 | 147 | 29,8 | 13,2 |
| | 15 | 6,7 | 61 | 22,8 | 26,4 | 85 | 24,8 | 21,5 | 108 | 26,7 | 18,5 | 132 | 28,6 | 16,3 |
| | 20 | 5,0 | 55 | 22,2 | 31,2 | 76 | 24,0 | 25,5 | 97 | 25,8 | 21,9 | 119 | 27,5 | 19,3 |
| | 25 | 4,0 | 49 | 21,7 | 36,0 | 68 | 23,4 | 29,4 | 87 | 25,0 | 25,3 | 106 | 26,5 | 22,3 |
| | 30 | 3,3 | 44 | 21,3 | 40,9 | 61 | 22,8 | 33,4 | 79 | 24,2 | 28,7 | 96 | 25,6 | 25,4 |
| 18 | 10 | 10,0 | 63 | 23,9 | 22,4 | 89 | 26,1 | 18,0 | 116 | 28,3 | 15,3 | 142 | 30,4 | 13,5 |
| | 15 | 6,7 | 57 | 23,4 | 27,6 | 80 | 25,4 | 22,3 | 104 | 27,3 | 19,0 | 127 | 29,2 | 16,7 |
| | 20 | 5,0 | 51 | 22,9 | 32,6 | 72 | 24,7 | 26,3 | 93 | 26,4 | 22,4 | 114 | 28,2 | 19,7 |
| | 25 | 4,0 | 46 | 22,4 | 37,7 | 65 | 24,0 | 30,4 | 84 | 25,6 | 25,9 | 103 | 27,2 | 22,8 |
| | 30 | 3,3 | 41 | 22,0 | 42,7 | 58 | 23,5 | 34,6 | 75 | 24,9 | 29,5 | 92 | 26,4 | 25,9 |
| 19 | 10 | 10,0 | 58 | 24,5 | 23,5 | 84 | 26,7 | 18,7 | 110 | 28,9 | 15,8 | 137 | 31,0 | 13,8 |
| | 15 | 6,7 | 52 | 24,0 | 29,0 | 75 | 26,0 | 23,1 | 99 | 27,9 | 19,5 | 123 | 29,8 | 17,1 |
| | 20 | 5,0 | 47 | 23,5 | 34,3 | 68 | 25,3 | 27,3 | 89 | 27,1 | 23,1 | 110 | 28,8 | 20,2 |
| | 25 | 4,0 | 42 | 23,1 | 39,6 | 61 | 24,7 | 31,5 | 80 | 26,3 | 26,6 | 99 | 27,9 | 23,3 |
| | 30 | 3,3 | 38 | 22,7 | 44,9 | 55 | 24,2 | 35,8 | 72 | 25,7 | 30,3 | 89 | 27,1 | 26,5 |
| 20 | 10 | 10,0 | 53 | 25,0 | 24,9 | 79 | 27,3 | 19,4 | 105 | 29,4 | 16,2 | 132 | 31,5 | 14,1 |
| | 15 | 6,7 | 47 | 24,5 | 30,7 | 71 | 26,6 | 24,0 | 94 | 28,5 | 20,1 | 118 | 30,5 | 17,5 |
| | 20 | 5,0 | 42 | 24,1 | 36,2 | 63 | 26,0 | 28,3 | 85 | 27,7 | 23,7 | 106 | 29,5 | 20,7 |
| | 25 | 4,0 | 38 | 23,7 | 41,7 | 57 | 25,4 | 32,7 | 76 | 27,0 | 27,4 | 95 | 28,6 | 23,9 |
| | 30 | 3,3 | 34 | 23,4 | 47,3 | 51 | 24,9 | 37,1 | 68 | 26,4 | 31,1 | 85 | 27,8 | 27,1 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 20 x 2,0** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_{\lambda}$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,15 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 65 | 22,1 | 22,0 | 88 | 24,0 | 18,2 | 111 | 25,9 | 15,7 | 134 | 27,7 | 14,0 |
| | 15 | 6,7 | 59 | 21,5 | 27,0 | 80 | 23,3 | 22,3 | 101 | 25,1 | 19,3 | 122 | 26,8 | 17,1 |
| | 20 | 5,0 | 53 | 21,1 | 31,7 | 72 | 22,7 | 26,2 | 91 | 24,3 | 22,7 | 110 | 25,8 | 20,1 |
| | 25 | 4,0 | 46 | 20,4 | 37,6 | 62 | 21,8 | 31,1 | 78 | 23,2 | 26,9 | 95 | 24,6 | 23,9 |
| | 30 | 3,3 | 40 | 19,9 | 43,6 | 54 | 21,1 | 36,1 | 68 | 22,3 | 31,2 | 82 | 23,5 | 27,8 |
| 17 | 10 | 10,0 | 60 | 22,7 | 23,0 | 83 | 24,6 | 18,8 | 106 | 26,5 | 16,1 | 129 | 28,4 | 14,3 |
| | 15 | 6,7 | 55 | 22,2 | 28,2 | 76 | 24,0 | 23,1 | 97 | 25,7 | 19,8 | 117 | 27,4 | 17,5 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 21,7 | 33,1 | 69 | 23,4 | 27,1 | 88 | 25,0 | 23,3 | 107 | 26,5 | 20,6 |
| | 25 | 4,0 | 42 | 21,1 | 39,2 | 59 | 22,5 | 32,1 | 75 | 23,9 | 27,6 | 91 | 25,3 | 24,4 |
| | 30 | 3,3 | 37 | 20,6 | 45,4 | 51 | 21,9 | 37,2 | 65 | 23,1 | 32,0 | 79 | 24,3 | 28,3 |
| 18 | 10 | 10,0 | 55 | 23,3 | 24,1 | 79 | 25,2 | 19,4 | 102 | 27,1 | 16,6 | 125 | 29,0 | 14,6 |
| | 15 | 6,7 | 50 | 22,8 | 29,5 | 71 | 24,6 | 23,8 | 92 | 26,4 | 20,3 | 113 | 28,1 | 17,9 |
| | 20 | 5,0 | 46 | 22,4 | 34,7 | 65 | 24,1 | 28,0 | 84 | 25,7 | 23,9 | 103 | 27,2 | 21,0 |
| | 25 | 4,0 | 39 | 21,8 | 41,0 | 55 | 23,3 | 33,2 | 72 | 24,7 | 28,3 | 88 | 26,0 | 24,9 |
| | 30 | 3,3 | 34 | 21,4 | 47,5 | 48 | 22,6 | 38,4 | 62 | 23,8 | 32,8 | 76 | 25,0 | 28,9 |
| 19 | 10 | 10,0 | 51 | 23,9 | 25,3 | 74 | 25,8 | 20,1 | 97 | 27,8 | 17,0 | 120 | 29,6 | 14,9 |
| | 15 | 6,7 | 46 | 23,5 | 31,0 | 67 | 25,3 | 24,7 | 88 | 27,0 | 20,9 | 109 | 28,7 | 18,3 |
| | 20 | 5,0 | 42 | 23,1 | 36,4 | 61 | 24,7 | 29,0 | 80 | 26,3 | 24,5 | 99 | 27,9 | 21,5 |
| | 25 | 4,0 | 36 | 22,5 | 43,1 | 52 | 24,0 | 34,3 | 68 | 25,4 | 29,1 | 85 | 26,7 | 25,5 |
| | 30 | 3,3 | 31 | 22,1 | 49,8 | 45 | 23,4 | 39,8 | 59 | 24,6 | 33,7 | 73 | 25,8 | 29,5 |
| 20 | 10 | 10,0 | 46 | 24,5 | 26,8 | 69 | 26,4 | 20,9 | 92 | 28,4 | 17,5 | 116 | 30,3 | 15,2 |
| | 15 | 6,7 | 42 | 24,1 | 32,8 | 63 | 25,9 | 25,6 | 84 | 27,7 | 21,5 | 105 | 29,4 | 18,7 |
| | 20 | 5,0 | 38 | 23,7 | 38,4 | 57 | 25,4 | 30,1 | 76 | 27,0 | 25,2 | 95 | 28,6 | 22,0 |
| | 25 | 4,0 | 33 | 23,2 | 45,4 | 49 | 24,7 | 35,6 | 65 | 26,1 | 29,9 | 82 | 27,5 | 26,0 |
| | 30 | 3,3 | 28 | 22,9 | 52,4 | 42 | 24,1 | 41,2 | 56 | 25,4 | 34,6 | 71 | 26,6 | 30,2 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 20 x 2,0** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_\lambda$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,2 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-temperatur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 58 | 21,5 | 23,6 | 78 | 23,2 | 19,5 | 99 | 24,9 | 16,8 | 119 | 26,6 | 14,9 |
| | 15 | 6,7 | 53 | 21,0 | 28,7 | 72 | 22,7 | 23,7 | 91 | 24,2 | 20,5 | 110 | 25,8 | 18,2 |
| | 20 | 5,0 | 48 | 20,7 | 33,5 | 66 | 22,1 | 27,7 | 83 | 23,6 | 24,0 | 100 | 25,0 | 21,3 |
| | 25 | 4,0 | 42 | 20,1 | 39,4 | 57 | 21,4 | 32,6 | 72 | 22,7 | 28,2 | 87 | 23,9 | 25,1 |
| | 30 | 3,3 | 37 | 19,6 | 45,3 | 50 | 20,8 | 37,6 | 63 | 21,9 | 32,5 | 76 | 23,0 | 28,9 |
| 17 | 10 | 10,0 | 54 | 22,1 | 24,6 | 74 | 23,9 | 20,1 | 95 | 25,6 | 17,3 | 115 | 27,2 | 15,3 |
| | 15 | 6,7 | 49 | 21,7 | 29,9 | 68 | 23,3 | 24,5 | 87 | 24,9 | 21,0 | 106 | 26,5 | 18,6 |
| | 20 | 5,0 | 45 | 21,4 | 34,9 | 62 | 22,9 | 28,6 | 80 | 24,3 | 24,6 | 97 | 25,7 | 21,7 |
| | 25 | 4,0 | 39 | 20,8 | 41,1 | 54 | 22,1 | 33,6 | 69 | 23,4 | 28,9 | 84 | 24,7 | 25,6 |
| | 30 | 3,3 | 34 | 20,4 | 47,2 | 47 | 21,6 | 38,7 | 60 | 22,7 | 33,3 | 74 | 23,8 | 29,5 |
| 18 | 10 | 10,0 | 49 | 22,7 | 25,7 | 70 | 24,5 | 20,8 | 91 | 26,2 | 17,7 | 111 | 27,9 | 15,6 |
| | 15 | 6,7 | 45 | 22,4 | 31,3 | 64 | 24,0 | 25,3 | 83 | 25,6 | 21,6 | 102 | 27,2 | 19,0 |
| | 20 | 5,0 | 42 | 22,0 | 36,6 | 59 | 23,6 | 29,6 | 76 | 25,0 | 25,2 | 93 | 26,5 | 22,2 |
| | 25 | 4,0 | 36 | 21,6 | 42,9 | 51 | 22,9 | 34,7 | 66 | 24,2 | 29,6 | 81 | 25,4 | 26,1 |
| | 30 | 3,3 | 32 | 21,2 | 49,3 | 45 | 22,3 | 40,0 | 58 | 23,5 | 34,1 | 71 | 24,6 | 30,1 |
| 19 | 10 | 10,0 | 45 | 23,4 | 27,1 | 66 | 25,2 | 21,5 | 86 | 26,9 | 18,2 | 107 | 28,6 | 15,9 |
| | 15 | 6,7 | 42 | 23,1 | 32,9 | 60 | 24,7 | 26,2 | 79 | 26,3 | 22,2 | 98 | 27,9 | 19,4 |
| | 20 | 5,0 | 38 | 22,7 | 38,4 | 55 | 24,3 | 30,6 | 73 | 25,7 | 25,9 | 90 | 27,2 | 22,7 |
| | 25 | 4,0 | 33 | 22,3 | 45,0 | 48 | 23,6 | 35,9 | 63 | 24,9 | 30,4 | 78 | 26,2 | 26,7 |
| | 30 | 3,3 | 29 | 21,9 | 51,7 | 42 | 23,1 | 41,3 | 55 | 24,2 | 35,0 | 68 | 25,4 | 30,7 |
| 20 | 10 | 10,0 | 41 | 24,0 | 28,6 | 62 | 25,8 | 22,3 | 82 | 27,5 | 18,7 | 103 | 29,2 | 16,3 |
| | 15 | 6,7 | 38 | 23,7 | 34,7 | 57 | 25,4 | 27,2 | 76 | 27,0 | 22,8 | 94 | 28,5 | 19,9 |
| | 20 | 5,0 | 35 | 23,4 | 40,5 | 52 | 25,0 | 31,7 | 69 | 26,4 | 26,6 | 87 | 27,9 | 23,2 |
| | 25 | 4,0 | 30 | 23,0 | 47,4 | 45 | 24,4 | 37,2 | 60 | 25,7 | 31,3 | 75 | 26,9 | 27,3 |
| | 30 | 3,3 | 26 | 22,7 | 54,4 | 39 | 23,9 | 42,8 | 53 | 25,0 | 36,0 | 66 | 26,1 | 31,4 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 20 x 2,0** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_{\lambda}$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,23 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 54 | 21,2 | 24,4 | 73 | 22,8 | 20,2 | 93 | 24,4 | 17,5 | 112 | 26,0 | 15,5 |
| | 15 | 6,7 | 50 | 20,8 | 29,7 | 68 | 22,3 | 24,5 | 86 | 23,8 | 21,2 | 103 | 25,3 | 18,8 |
| | 20 | 5,0 | 46 | 20,4 | 34,5 | 62 | 21,9 | 28,6 | 79 | 23,2 | 24,7 | 95 | 24,6 | 22,0 |
| | 25 | 4,0 | 40 | 19,9 | 40,4 | 54 | 21,2 | 33,5 | 69 | 22,4 | 29,0 | 83 | 23,6 | 25,7 |
| | 30 | 3,3 | 35 | 19,5 | 46,4 | 48 | 20,6 | 38,4 | 61 | 21,7 | 33,3 | 73 | 22,8 | 29,6 |
| 17 | 10 | 10,0 | 50 | 21,8 | 25,5 | 70 | 23,5 | 20,8 | 89 | 25,1 | 17,9 | 108 | 26,7 | 15,8 |
| | 15 | 6,7 | 46 | 21,5 | 30,9 | 64 | 23,0 | 25,3 | 82 | 24,5 | 21,7 | 100 | 26,0 | 19,2 |
| | 20 | 5,0 | 43 | 21,1 | 36,0 | 59 | 22,6 | 29,5 | 75 | 24,0 | 25,3 | 92 | 25,3 | 22,4 |
| | 25 | 4,0 | 37 | 20,7 | 42,1 | 52 | 21,9 | 34,5 | 66 | 23,2 | 29,7 | 80 | 24,4 | 26,3 |
| | 30 | 3,3 | 33 | 20,3 | 48,3 | 45 | 21,4 | 39,6 | 58 | 22,5 | 34,1 | 71 | 23,6 | 30,1 |
| 18 | 10 | 10,0 | 46 | 22,5 | 26,7 | 66 | 24,1 | 21,5 | 85 | 25,8 | 18,4 | 104 | 27,4 | 16,2 |
| | 15 | 6,7 | 43 | 22,2 | 32,4 | 61 | 23,7 | 26,2 | 78 | 25,2 | 22,3 | 96 | 26,7 | 19,6 |
| | 20 | 5,0 | 39 | 21,9 | 37,7 | 56 | 23,3 | 30,5 | 72 | 24,7 | 26,0 | 89 | 26,1 | 22,9 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 21,4 | 44,0 | 49 | 22,7 | 35,6 | 63 | 23,9 | 30,4 | 77 | 25,1 | 26,8 |
| | 30 | 3,3 | 30 | 21,0 | 50,4 | 43 | 22,2 | 40,9 | 56 | 23,3 | 34,9 | 68 | 24,3 | 30,8 |
| 19 | 10 | 10,0 | 43 | 23,1 | 28,0 | 62 | 24,8 | 22,3 | 81 | 26,4 | 18,9 | 101 | 28,0 | 16,5 |
| | 15 | 6,7 | 39 | 22,8 | 34,0 | 57 | 24,4 | 27,1 | 75 | 25,9 | 22,9 | 93 | 27,4 | 20,1 |
| | 20 | 5,0 | 36 | 22,6 | 39,5 | 53 | 24,0 | 31,5 | 69 | 25,4 | 26,7 | 85 | 26,8 | 23,4 |
| | 25 | 4,0 | 32 | 22,2 | 46,2 | 46 | 23,4 | 36,9 | 60 | 24,7 | 31,2 | 75 | 25,9 | 27,4 |
| | 30 | 3,3 | 28 | 21,8 | 52,8 | 40 | 22,9 | 42,3 | 53 | 24,1 | 35,8 | 66 | 25,1 | 31,4 |
| 20 | 10 | 10,0 | 39 | 23,8 | 29,6 | 58 | 25,5 | 23,1 | 77 | 27,1 | 19,4 | 97 | 28,7 | 16,9 |
| | 15 | 6,7 | 36 | 23,5 | 35,8 | 53 | 25,1 | 28,1 | 71 | 26,6 | 23,6 | 89 | 28,1 | 20,5 |
| | 20 | 5,0 | 33 | 23,3 | 41,7 | 49 | 24,7 | 32,7 | 66 | 26,1 | 27,4 | 82 | 27,5 | 23,9 |
| | 25 | 4,0 | 29 | 22,9 | 48,6 | 43 | 24,2 | 38,2 | 57 | 25,4 | 32,1 | 72 | 26,6 | 28,0 |
| | 30 | 3,3 | 25 | 22,6 | 55,6 | 38 | 23,7 | 43,8 | 50 | 24,8 | 36,8 | 63 | 25,9 | 32,1 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 25 x 2,3** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_{\lambda}$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,1 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-temperatur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 76 | 23,0 | 30,5 | 103 | 25,2 | 25,2 | 130 | 27,4 | 21,8 | 157 | 29,6 | 19,3 |
| | 15 | 6,7 | 68 | 22,4 | 37,6 | 93 | 24,4 | 31,1 | 117 | 26,4 | 26,8 | 142 | 28,4 | 23,8 |
| | 20 | 5,0 | 62 | 21,8 | 44,3 | 84 | 23,7 | 36,6 | 106 | 25,5 | 31,7 | 128 | 27,3 | 28,1 |
| | 25 | 4,0 | 56 | 21,3 | 51,0 | 76 | 23,0 | 42,2 | 96 | 24,6 | 36,5 | 115 | 26,3 | 32,4 |
| | 30 | 3,3 | 50 | 20,8 | 57,9 | 68 | 22,4 | 47,9 | 86 | 23,9 | 41,4 | 104 | 25,3 | 36,8 |
| 17 | 10 | 10,0 | 70 | 23,5 | 31,9 | 97 | 25,8 | 26,1 | 124 | 28,0 | 22,4 | 151 | 30,1 | 19,8 |
| | 15 | 6,7 | 64 | 23,0 | 39,2 | 88 | 25,0 | 32,1 | 112 | 27,0 | 27,5 | 137 | 29,0 | 24,3 |
| | 20 | 5,0 | 57 | 22,4 | 46,3 | 79 | 24,3 | 37,8 | 101 | 26,1 | 32,5 | 124 | 27,9 | 28,7 |
| | 25 | 4,0 | 52 | 21,9 | 53,3 | 72 | 23,6 | 43,6 | 92 | 25,3 | 37,4 | 111 | 26,9 | 33,1 |
| | 30 | 3,3 | 47 | 21,5 | 60,4 | 65 | 23,0 | 49,4 | 83 | 24,6 | 42,5 | 100 | 26,0 | 37,5 |
| 18 | 10 | 10,0 | 65 | 24,1 | 33,5 | 92 | 26,3 | 27,0 | 119 | 28,5 | 23,0 | 146 | 30,7 | 20,2 |
| | 15 | 6,7 | 59 | 23,5 | 41,1 | 83 | 25,6 | 33,2 | 108 | 27,6 | 28,2 | 132 | 29,6 | 24,8 |
| | 20 | 5,0 | 53 | 23,0 | 48,5 | 75 | 24,9 | 39,1 | 97 | 26,8 | 33,3 | 119 | 28,6 | 29,3 |
| | 25 | 4,0 | 48 | 22,6 | 55,8 | 68 | 24,3 | 45,0 | 88 | 26,0 | 38,4 | 107 | 27,6 | 33,8 |
| | 30 | 3,3 | 43 | 22,2 | 63,2 | 61 | 23,7 | 51,1 | 79 | 25,3 | 43,6 | 97 | 26,7 | 38,3 |
| 19 | 10 | 10,0 | 60 | 24,6 | 35,2 | 87 | 26,9 | 27,9 | 114 | 29,1 | 23,6 | 141 | 31,3 | 20,6 |
| | 15 | 6,7 | 54 | 24,1 | 43,3 | 78 | 26,2 | 34,4 | 103 | 28,2 | 29,0 | 127 | 30,2 | 25,4 |
| | 20 | 5,0 | 49 | 23,7 | 51,0 | 71 | 25,6 | 40,5 | 93 | 27,4 | 34,2 | 115 | 29,2 | 30,0 |
| | 25 | 4,0 | 44 | 23,2 | 58,6 | 64 | 25,0 | 46,6 | 84 | 26,6 | 39,4 | 103 | 28,3 | 34,5 |
| | 30 | 3,3 | 39 | 22,9 | 66,4 | 57 | 24,4 | 52,9 | 75 | 26,0 | 44,7 | 93 | 27,4 | 39,2 |
| 20 | 10 | 10,0 | 54 | 25,1 | 37,2 | 81 | 27,4 | 29,0 | 108 | 29,7 | 24,3 | 135 | 31,8 | 21,1 |
| | 15 | 6,7 | 49 | 24,7 | 45,7 | 73 | 26,8 | 35,7 | 98 | 28,8 | 29,9 | 122 | 30,8 | 26,0 |
| | 20 | 5,0 | 44 | 24,3 | 53,8 | 66 | 26,2 | 42,1 | 88 | 28,0 | 35,2 | 110 | 29,8 | 30,7 |
| | 25 | 4,0 | 40 | 23,9 | 61,9 | 60 | 25,6 | 48,4 | 80 | 27,3 | 40,6 | 100 | 29,0 | 35,3 |
| | 30 | 3,3 | 36 | 23,5 | 70,0 | 54 | 25,1 | 54,9 | 72 | 26,7 | 46,0 | 90 | 28,2 | 40,1 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 25 x 2,3** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_\lambda$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,15 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 66 | 22,2 | 33,0 | 90 | 24,2 | 27,3 | 114 | 26,1 | 23,6 | 137 | 28,0 | 20,9 |
| | 15 | 6,7 | 61 | 21,7 | 40,3 | 82 | 23,5 | 33,3 | 104 | 25,3 | 28,8 | 126 | 27,1 | 25,6 |
| | 20 | 5,0 | 55 | 21,3 | 47,2 | 75 | 22,9 | 39,1 | 95 | 24,6 | 33,8 | 115 | 26,2 | 30,0 |
| | 25 | 4,0 | 48 | 20,6 | 55,7 | 65 | 22,1 | 46,1 | 82 | 23,5 | 39,9 | 99 | 24,9 | 35,4 |
| | 30 | 3,3 | 42 | 20,1 | 64,4 | 57 | 21,4 | 53,3 | 71 | 22,6 | 46,1 | 86 | 23,9 | 41,0 |
| 17 | 10 | 10,0 | 62 | 22,8 | 34,5 | 85 | 24,8 | 28,2 | 109 | 26,7 | 24,2 | 133 | 28,6 | 21,4 |
| | 15 | 6,7 | 56 | 22,3 | 42,1 | 78 | 24,2 | 34,4 | 100 | 26,0 | 29,5 | 121 | 27,7 | 26,1 |
| | 20 | 5,0 | 51 | 21,9 | 49,3 | 71 | 23,6 | 40,3 | 91 | 25,3 | 34,6 | 111 | 26,9 | 30,6 |
| | 25 | 4,0 | 44 | 21,3 | 58,2 | 61 | 22,8 | 47,6 | 78 | 24,2 | 40,9 | 96 | 25,6 | 36,2 |
| | 30 | 3,3 | 39 | 20,8 | 67,1 | 54 | 22,1 | 55,0 | 68 | 23,4 | 47,2 | 83 | 24,6 | 41,8 |
| 18 | 10 | 10,0 | 57 | 23,4 | 36,2 | 80 | 25,4 | 29,2 | 104 | 27,3 | 24,8 | 128 | 29,3 | 21,8 |
| | 15 | 6,7 | 52 | 23,0 | 44,1 | 74 | 24,8 | 35,6 | 95 | 26,6 | 30,3 | 117 | 28,4 | 26,7 |
| | 20 | 5,0 | 47 | 22,6 | 51,6 | 67 | 24,3 | 41,7 | 87 | 25,9 | 35,5 | 107 | 27,6 | 31,3 |
| | 25 | 4,0 | 41 | 22,0 | 60,8 | 58 | 23,5 | 49,2 | 75 | 24,9 | 41,9 | 92 | 26,4 | 36,9 |
| | 30 | 3,3 | 36 | 21,5 | 70,2 | 51 | 22,8 | 56,8 | 65 | 24,1 | 48,5 | 80 | 25,4 | 42,7 |
| 19 | 10 | 10,0 | 52 | 24,0 | 38,0 | 76 | 26,0 | 30,2 | 99 | 28,0 | 25,5 | 123 | 29,9 | 22,3 |
| | 15 | 6,7 | 48 | 23,6 | 46,4 | 69 | 25,5 | 36,9 | 91 | 27,3 | 31,2 | 113 | 29,0 | 27,3 |
| | 20 | 5,0 | 43 | 23,2 | 54,2 | 63 | 24,9 | 43,2 | 83 | 26,6 | 36,5 | 103 | 28,2 | 32,0 |
| | 25 | 4,0 | 38 | 22,7 | 63,9 | 55 | 24,2 | 50,9 | 72 | 25,6 | 43,1 | 89 | 27,1 | 37,7 |
| | 30 | 3,3 | 33 | 22,3 | 73,6 | 48 | 23,6 | 58,7 | 62 | 24,9 | 49,7 | 77 | 26,1 | 43,6 |
| 20 | 10 | 10,0 | 47 | 24,6 | 40,2 | 71 | 26,6 | 31,4 | 95 | 28,6 | 26,3 | 118 | 30,5 | 22,9 |
| | 15 | 6,7 | 43 | 24,2 | 48,9 | 65 | 26,1 | 38,3 | 87 | 27,9 | 32,1 | 108 | 29,7 | 27,9 |
| | 20 | 5,0 | 40 | 23,9 | 57,2 | 59 | 25,6 | 44,8 | 79 | 27,3 | 37,5 | 99 | 28,9 | 32,7 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 23,4 | 67,3 | 51 | 24,9 | 52,8 | 68 | 26,4 | 44,3 | 85 | 27,8 | 38,6 |
| | 30 | 3,3 | 30 | 23,0 | 77,5 | 45 | 24,3 | 60,9 | 60 | 25,6 | 51,1 | 74 | 26,9 | 44,6 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 25 x 2,3** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_{\lambda}$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,2 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ ıv ° = 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-temperatur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 59 | 21,6 | 35,4 | 80 | 23,3 | 29,2 | 101 | 25,1 | 25,3 | 122 | 26,8 | 22,4 |
| | 15 | 6,7 | 54 | 21,2 | 42,9 | 74 | 22,8 | 35,5 | 93 | 24,5 | 30,7 | 113 | 26,0 | 27,2 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 20,8 | 50,0 | 68 | 22,3 | 41,4 | 86 | 23,8 | 35,8 | 104 | 25,3 | 31,8 |
| | 25 | 4,0 | 44 | 20,3 | 58,5 | 60 | 21,6 | 48,4 | 75 | 22,9 | 41,9 | 91 | 24,2 | 37,2 |
| | 30 | 3,3 | 39 | 19,8 | 67,1 | 52 | 21,0 | 55,6 | 66 | 22,2 | 48,1 | 80 | 23,4 | 42,8 |
| 17 | 10 | 10,0 | 55 | 22,2 | 36,9 | 76 | 24,0 | 30,2 | 97 | 25,7 | 25,9 | 118 | 27,5 | 22,9 |
| | 15 | 6,7 | 51 | 21,8 | 44,8 | 70 | 23,5 | 36,6 | 89 | 25,1 | 31,5 | 109 | 26,7 | 27,8 |
| | 20 | 5,0 | 47 | 21,5 | 52,2 | 64 | 23,0 | 42,7 | 82 | 24,5 | 36,6 | 100 | 26,0 | 32,4 |
| | 25 | 4,0 | 41 | 21,0 | 61,0 | 56 | 22,3 | 50,0 | 72 | 23,7 | 42,9 | 88 | 25,0 | 38,0 |
| | 30 | 3,3 | 36 | 20,5 | 70,0 | 50 | 21,8 | 57,3 | 63 | 23,0 | 49,3 | 77 | 24,1 | 43,6 |
| 18 | 10 | 10,0 | 51 | 22,8 | 38,7 | 72 | 24,6 | 31,2 | 93 | 26,4 | 26,6 | 114 | 28,1 | 23,4 |
| | 15 | 6,7 | 47 | 22,5 | 46,9 | 66 | 24,2 | 37,9 | 86 | 25,8 | 32,3 | 105 | 27,4 | 28,4 |
| | 20 | 5,0 | 43 | 22,2 | 54,6 | 61 | 23,7 | 44,1 | 79 | 25,2 | 37,6 | 97 | 26,7 | 33,1 |
| | 25 | 4,0 | 38 | 21,7 | 63,8 | 53 | 23,1 | 51,6 | 69 | 24,4 | 44,0 | 85 | 25,7 | 38,8 |
| | 30 | 3,3 | 33 | 21,3 | 73,1 | 47 | 22,5 | 59,2 | 61 | 23,7 | 50,5 | 75 | 24,9 | 44,5 |
| 19 | 10 | 10,0 | 46 | 23,5 | 40,6 | 67 | 25,3 | 32,3 | 88 | 27,0 | 27,3 | 109 | 28,8 | 23,9 |
| | 15 | 6,7 | 43 | 23,2 | 49,3 | 62 | 24,8 | 39,2 | 82 | 26,5 | 33,2 | 101 | 28,1 | 29,0 |
| | 20 | 5,0 | 39 | 22,9 | 57,3 | 57 | 24,4 | 45,6 | 75 | 25,9 | 38,6 | 93 | 27,4 | 33,8 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 22,4 | 66,9 | 50 | 23,8 | 53,4 | 66 | 25,1 | 45,2 | 81 | 26,5 | 39,6 |
| | 30 | 3,3 | 30 | 22,0 | 76,6 | 44 | 23,3 | 61,2 | 58 | 24,5 | 51,9 | 72 | 25,7 | 45,5 |
| 20 | 10 | 10,0 | 42 | 24,1 | 42,9 | 63 | 25,9 | 33,6 | 84 | 27,7 | 28,1 | 105 | 29,4 | 24,5 |
| | 15 | 6,7 | 39 | 23,8 | 52,0 | 58 | 25,5 | 40,7 | 78 | 27,2 | 34,1 | 97 | 28,8 | 29,7 |
| | 20 | 5,0 | 36 | 23,5 | 60,4 | 54 | 25,1 | 47,3 | 72 | 26,6 | 39,7 | 90 | 28,1 | 34,6 |
| | 25 | 4,0 | 31 | 23,1 | 70,5 | 47 | 24,5 | 55,4 | 63 | 25,9 | 46,5 | 78 | 27,2 | 40,5 |
| | 30 | 3,3 | 28 | 22,8 | 80,7 | 41 | 24,0 | 63,4 | 55 | 25,2 | 53,3 | 69 | 26,4 | 46,5 |

**Auslastungstabelle Industriefußbodenheizung 25 x 2,3** (Stahlbeton 1,9 W/mK, mit 8 cm Perimeterdämmung (0,04 W/mK), $R_\lambda$ 2 m Lehmboden 1,38 m² K/W)

Spreizung 5,0 K; Δp = 300 hPa; Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$ = **0,00 m² K/W** (ohne Belag bzw. mit 2 mm Gehschicht; 0,225 m Rohrüberdeckung)

| Planungsdaten | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 30 °C in | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 35 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 40 °C | | | Mittlere Heizwassertemperatur $\theta_{H\mu}$ tv °= 45 °C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innen-tempe-ratur θ | Verlege-abstand VA | Rohr-bedarf $l_R$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ | max. Wärme-stromdichte q | Mittlere Fußboden-Temp. $\theta_{F\mu}$ | max. Heizkreis-Fläche $A_{HK}$ |
| in ° C | cm | m/m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² | W/m² | °C | m² |
| 16 | 10 | 10,0 | 59 | 21,6 | 35,4 | 80 | 23,3 | 29,2 | 101 | 25,1 | 25,3 | 122 | 26,8 | 22,4 |
| | 15 | 6,7 | 54 | 21,2 | 42,9 | 74 | 22,8 | 35,5 | 93 | 24,5 | 30,7 | 113 | 26,0 | 27,2 |
| | 20 | 5,0 | 50 | 20,8 | 50,0 | 68 | 22,3 | 41,4 | 86 | 23,8 | 35,8 | 104 | 25,3 | 31,8 |
| | 25 | 4,0 | 44 | 20,3 | 58,5 | 60 | 21,6 | 48,4 | 75 | 22,9 | 41,9 | 91 | 24,2 | 37,2 |
| | 30 | 3,3 | 39 | 19,8 | 67,1 | 52 | 21,0 | 55,6 | 66 | 22,2 | 48,1 | 80 | 23,4 | 42,8 |
| 17 | 10 | 10,0 | 55 | 22,2 | 36,9 | 76 | 24,0 | 30,2 | 97 | 25,7 | 25,9 | 118 | 27,5 | 22,9 |
| | 15 | 6,7 | 51 | 21,8 | 44,8 | 70 | 23,5 | 36,6 | 89 | 25,1 | 31,5 | 109 | 26,7 | 27,8 |
| | 20 | 5,0 | 47 | 21,5 | 52,2 | 64 | 23,0 | 42,7 | 82 | 24,5 | 36,6 | 100 | 26,0 | 32,4 |
| | 25 | 4,0 | 41 | 21,0 | 61,0 | 56 | 22,3 | 50,0 | 72 | 23,7 | 42,9 | 88 | 25,0 | 38,0 |
| | 30 | 3,3 | 36 | 20,5 | 70,0 | 50 | 21,8 | 57,3 | 63 | 23,0 | 49,3 | 77 | 24,1 | 43,6 |
| 18 | 10 | 10,0 | 51 | 22,8 | 38,7 | 72 | 24,6 | 31,2 | 93 | 26,4 | 26,6 | 114 | 28,1 | 23,4 |
| | 15 | 6,7 | 47 | 22,5 | 46,9 | 66 | 24,2 | 37,9 | 86 | 25,8 | 32,3 | 105 | 27,4 | 28,4 |
| | 20 | 5,0 | 43 | 22,2 | 54,6 | 61 | 23,7 | 44,1 | 79 | 25,2 | 37,6 | 97 | 26,7 | 33,1 |
| | 25 | 4,0 | 38 | 21,7 | 63,8 | 53 | 23,1 | 51,6 | 69 | 24,4 | 44,0 | 85 | 25,7 | 38,8 |
| | 30 | 3,3 | 33 | 21,3 | 73,1 | 47 | 22,5 | 59,2 | 61 | 23,7 | 50,5 | 75 | 24,9 | 44,5 |
| 19 | 10 | 10,0 | 46 | 23,5 | 40,6 | 67 | 25,3 | 32,3 | 88 | 27,0 | 27,3 | 109 | 28,8 | 23,9 |
| | 15 | 6,7 | 43 | 23,2 | 49,3 | 62 | 24,8 | 39,2 | 82 | 26,5 | 33,2 | 101 | 28,1 | 29,0 |
| | 20 | 5,0 | 39 | 22,9 | 57,3 | 57 | 24,4 | 45,6 | 75 | 25,9 | 38,6 | 93 | 27,4 | 33,8 |
| | 25 | 4,0 | 34 | 22,4 | 66,9 | 50 | 23,8 | 53,4 | 66 | 25,1 | 45,2 | 81 | 26,5 | 39,6 |
| | 30 | 3,3 | 30 | 22,0 | 76,6 | 44 | 23,3 | 61,2 | 58 | 24,5 | 51,9 | 72 | 25,7 | 45,5 |
| 20 | 10 | 10,0 | 42 | 24,1 | 42,9 | 63 | 25,9 | 33,6 | 84 | 27,7 | 28,1 | 105 | 29,4 | 24,5 |
| | 15 | 6,7 | 39 | 23,8 | 52,0 | 58 | 25,5 | 40,7 | 78 | 27,2 | 34,1 | 97 | 28,8 | 29,7 |
| | 20 | 5,0 | 36 | 23,5 | 60,4 | 54 | 25,1 | 47,3 | 72 | 26,6 | 39,7 | 90 | 28,1 | 34,6 |
| | 25 | 4,0 | 31 | 23,1 | 70,5 | 47 | 24,5 | 55,4 | 63 | 25,9 | 46,5 | 78 | 27,2 | 40,5 |
| | 30 | 3,3 | 28 | 22,8 | 80,7 | 41 | 24,0 | 63,4 | 55 | 25,2 | 53,3 | 69 | 26,4 | 46,5 |

## ***PRINETO*** Betonkerntemperierung/Thermische Bauteilaktivierung


| | |
|---|---|
| Allgemeine Grundlagen | S. 283 |
| Aufbau | S. 283 |
| Planungshilfe | S. 283 |
| Leistungsermittlung | S. 284 |
| Montageanleitung | S. 286 |
| Hydraulischer Abgleich | S. 288 |
| Druckprüfung | S. 289 |
| Druckprüfprotokoll | S. 290 |

# Allgemeine Grundlagen

Eine Betonkerntemperierung/Thermische Bauteilaktivierung findet in großen mehrstöckigen Gebäuden, z. B. Hotels, Krankenhäusern oder Büroräumen Verwendung.

Bei der Betonkerntemperierung wird die Speicherfähigkeit des Bauteils (im Regelfall eine Betondeckenplatte) zur Heizung und Kühlung der umgebenden Räume genutzt. Die Betonkerntemperierung dient dabei nicht der Erfüllung der kompletten Heiz- bzw. Kühllast des Gebäudes, sondern der Erzeugung einer Grundlast. Die einzelnen Räume sind über separate Heiz- und Kühlsysteme auf die gewünschte Temperatur zu bringen, die jedoch erheblich kleiner dimensioniert sein können, als wenn diese die gesamte Heizlast tragen müssten. Bei der Kühlung ist darauf zu achten, dass die Temperatur der Oberfläche nicht die Kühlgrenztemperatur unterschreitet und sich Tauwasser bildet.

Eine Betonkerntemperierung ist, richtig ausgelegt, weitgehend selbstregulierend. Auf Grund der meist geringen Spreizung zwischen Vorlauftemperatur und Raumtemperatur und der großen Speichermasse des Betons ist der Effekt der Selbstregulierung besonders ausgeprägt. Es ist schwer möglich, einzelne Räume über eine Betonkerntemperierung zu regeln, jedoch kann es nötig sein, je nach Sonnenausrichtung des Gebäudes gewisse Zonen zu regeln.

## Aufbau

Die Speicherfähigkeit der Betonkonstruktion wird dadurch bewerkstelligt, dass die Heiz-/Kühlleitungen im Beton vergossen sind. Dabei ist die Leistungsfähigkeit vom Deckenaufbau und der Lage der Rohre abhängig. Wie bei der Industriefußbodenheizung werden die Rohre an den Bewehrungsmatten befestigt. Der Fußbodenaufbau auf der Betonplatte und der Deckenunterbau sind beliebig zu gestalten, wobei die Leistungsfähigkeit erheblich beeinflusst wird. So verringert eine zusätzlich abgehängte Decke oder übermäßige Dämmung im Fußbodenaufbau die Leistung erheblich.

## Planungshilfe

Zur Auslegung einer Betonkerntemperierung ist Kenntnis über den geplanten Aufbau und die Rahmenbedingungen erforderlich. Da die Betonkerntemperierung überwiegend in Deckenkonstruktionen eingebaut wird, benötigt man die Umgebungsparameter sowohl über als auch unter der Betondecke. Die Aktivierung von anderen Bauteilen, z. B. Säulen, erfordert eine umfassendere Auslegung.

Im Formblatt „Leistungsermittlung Betonkerntemperierung" sind die einzugebenden gewünschten Umgebungsparameter und der Aufbau der Betondecke wie im Beispiel dargestellt. Als Ergebnis nach DIN EN 15377-1 erhält man die auf einen Quadratmeter bezogene Leistung, welche durch Betonkerntemperierung zur Verfügung gestellt werden kann. Mit diesen Werten wird der benötigte Massenstrom und bei maximalem Druckverlust die größte mögliche Rohrlänge pro Heizkreis ermittelt.

Mit Hilfe der Angaben zur maximalen Heizkreislänge können die Heizkreise mit den Anschlussleitungen geplant werden. Entsprechend der geplanten Heizkreise und der Ergebnisse aus der Leistungsermittlung kann für jeden Verteiler eine Übersicht erstellt und die Druckverluste und Massenströme der Heizkreise berechnet werden.

Zur Auslegung und Planung einer Betonkerntemperierung existieren auch diverse Planungsprogramme.

# Allgemeine Grundlagen

## Leistungsermittlung

| **Projekt** | |
|---|---|
| Bauteil | Stahlbetondecke 250 mm zwischen beheizten Räumen |
| Planer/Verarbeiter | |
| ADM | |

| **Betriebsart** | **Heizen** | **Kühlen** |
|---|---|---|
| Vorlauftemperatur in °C | 30 | 16 |
| Spreizung in K | 3,5 | 3,1 |
| Lufttemperatur über der Decke in °C | 20 | 26 |
| Lufttemperatur unter der Decke in °C | 20 | 26 |
| Rohrverlegeabstand in m | 0,15 | |
| Rohraußendurchmesser in m | 0,02 | |
| Rohrwanddicke in m | 0,002 | |

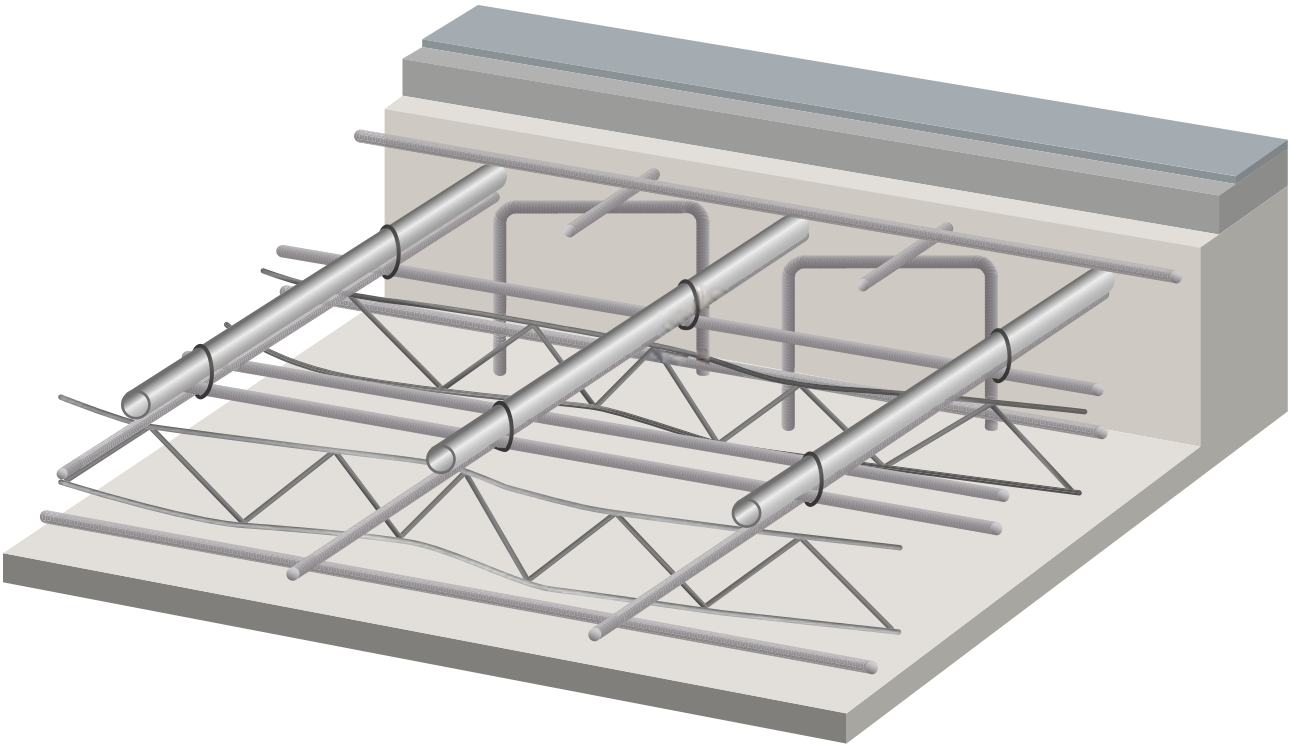
| **Deckenaufbau von oben nach unten** | **Dicke in m** | **λ in W/mK** |
|---|---|---|
| Zementestrich | 0,04 | 1,2 |
| Dämmung | 0,02 | 0,04 |
| Betonüberdeckung bis Mitte Rohr | 0,125 | 1,9 |
| Betonunterdeckung bis Mitte Rohr | 0,125 | 1,9 |
| Putz | 0,01 | 1,2 |

| **Betriebsart** | **Heizen** | | **Kühlen** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Leistung in W/m²** | **Oberflächent. in °C** | **Leistung in W/m²** | **Oberflächent. in °C** |
| Wärmestrom nach oben | 10,5 | 21,2 | –9,8 | 24,5 |
| Wärmestrom nach unten | 32,9 | 25,1 | –39,8 | 21,5 |
| Wärmestrom gesamt | 43,4 | | 49,7 | |
| Massenstrom in kg/h*m² | 10,66 | | 13,78 | |

| | |
|---|---|
| Max. Druckverlust pro Heizkreis in Pa | 30000 |
| Max. Heizkreisfläche in m² | 22,4 |
| Max. Heizkreislänge in m | 149,1 |

# Allgemeine Grundlagen





Bodenaufbau einer thermischen Bauteilaktivierung (schematische Darstellung)

# Montageanleitung



Die allgemeinen Hinweise im ***PRINETO*** Katalog zur Montage und Verlegung von Flächenheizungen sind zu beachten!

Der Aufbau einer Betonkerntemperierung kann sehr unterschiedlich ausgeführt werden.

Nach Beendigung der Verschalungsarbeiten wird bei Verlegung der Heizkreiszuleitungen unterhalb des Betons die ***PRINETO*** Deckendurchführung für Flächenheizrohre in einem Loch an der Verschalung befestigt. Dabei ist ein Adapterstück für ein Rohr der Dimension 20 in die Durchführung einzubringen (im Lieferumfang dabei) oder bei der Dimension 25 wegzulassen. Anschließend werden die Bewehrungsmatten ausgelegt. Dies kann auch auf Abstandshalter und Drunterleisten in gewisser Höhe über der Verschalung erfolgen.

Im Idealfall sollten die Flächenheizrohre in der Mitte des Betonkörpers eingebracht werden. Sollte dies nicht möglich sein, so können die Rohre auch auf der unteren Bewehrung befestigt werden. Die Befestigung der Rohre erfolgt durch den ***PRINETO*** Bindedraht (Art.-Nr.: 878 386 216), welcher mit dem Akku-Drahtbindegerät um die Armierung und das Rohr gewickelt wird. Alternativ können auch Kabelbinder oder eine Fixschiene für die entsprechende Dimension verwendet werden.

Zur Verlegung können folgende ***PRINETO*** Rohre verwendet werden:

- Flächenheizrohr ÖKO-FLEX 20 (Art.-Nr. 878 311 371)
- Flächenheizrohr ÖKO-FLEX 20 (Art.-Nr. 878 311 372)
- Flächenheizrohr ÖKO-FLEX 25 (Art.-Nr. 878 311 381)

Sollten die Zuleitungen der Heizkreise über den Boden erfolgen, so sind beim Eintritt in die Betonplatte oder beim Durchgang durch Dehnfugen die Rohre mit dem ***PRINETO*** geschlitztes Schutzrohr (für Flächenheizrohr 20 Art.-Nr. 878 386 210, für Flächenheizrohr 25 Art.-Nr. 878 386 211) zu ummanteln. Die Enden des Schutzrohres sind vor Eintritt von Beton zu schützen.

**ACHTUNG**

Verwendete Fittings, die von Beton umschlossen werden sollen, sind vor Außenkorrosion mit geeigneten Mitteln zu umhüllen.

Nach der Rohrverlegung kann mit den Armierungsarbeiten fortgefahren werden.

Die Verteilung der Heizkreise mit Rohren der Dimension 20 werden am Industrieverteiler 2" mit Flowmeter angeschlossen. Der Anschluss erfolgt mit ***PRINETO*** Übergängen V-Euro (Art.-Nr. 878 343 720) oder mit ***PRINETO*** Klemmverschraubungen V-Euro (Art.-Nr. 878 386 015).

Die Verteilung der Heizkreise mit Rohren der Dimension 25 werden am Industrieverteiler 2" mit Regulierventil angeschlossen. Der Übergang wird durch eine am Verteiler befindliche Klemmverschraubung sichergestellt.

Bei großen gleichmäßigen Heizflächen ist es auch möglich, die Heizkreise über eine Tichelmannanbindung zu realisieren. Hierzu stehen für die Flächenheizrohre 17 bis 25 eine Vielzahl von T-Stücken und Kupplungen zur Verfügung.

Zur Absperrung der Verteiler dient der ***PRINETO*** Kugelhahn für Industrieverteiler (Art.-Nr. 878 386 179).

# Montageanleitung

Eine Verlegung nach Tichelmann ist mittels ***PRINETO*** T-Stücke mit Abgang Innengewinde und Gewindeübergängen für jede Dimension möglich.

Als Verlegehilfe steht ein klappbarer ***PRINETO*** Rohrabwickler (Art.-Nr. 878 386 071) zur Verfügung.

Vor den Betonierarbeiten ist jeder Heizkreis einzeln mit Wasser zu spülen und zu entlüften. Ebenso ist vor dem Betonieren eine Druckprüfung durchzuführen. Es ist ein Druckprüfprotokoll, wie auf Seite 290 dargestellt, zu erstellen.

Nach der Druckprüfung kann der Beton vergossen werden, dabei ist ein Druck wie bei der Druckprüfung aufrecht zu erhalten.

**ACHTUNG**

Das Rohr muss beim Vergießen unter Druck stehen! Dies kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt werden, dass die Heizkreise an einem Kompressor oder einer Wasserleitung angeschlossen sind. Dies ist nötig, um eine eventuell auftretende Leckage zu erkennen. Aus diesem Grund sollte auch ein Monteur mit Werkzeug, Kupplungen und Hülsen die Betonierarbeiten begleiten.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, beispielsweise die Verwendung von Frostschutzmitteln oder das Temperieren des Gebäudes, getroffen werden.

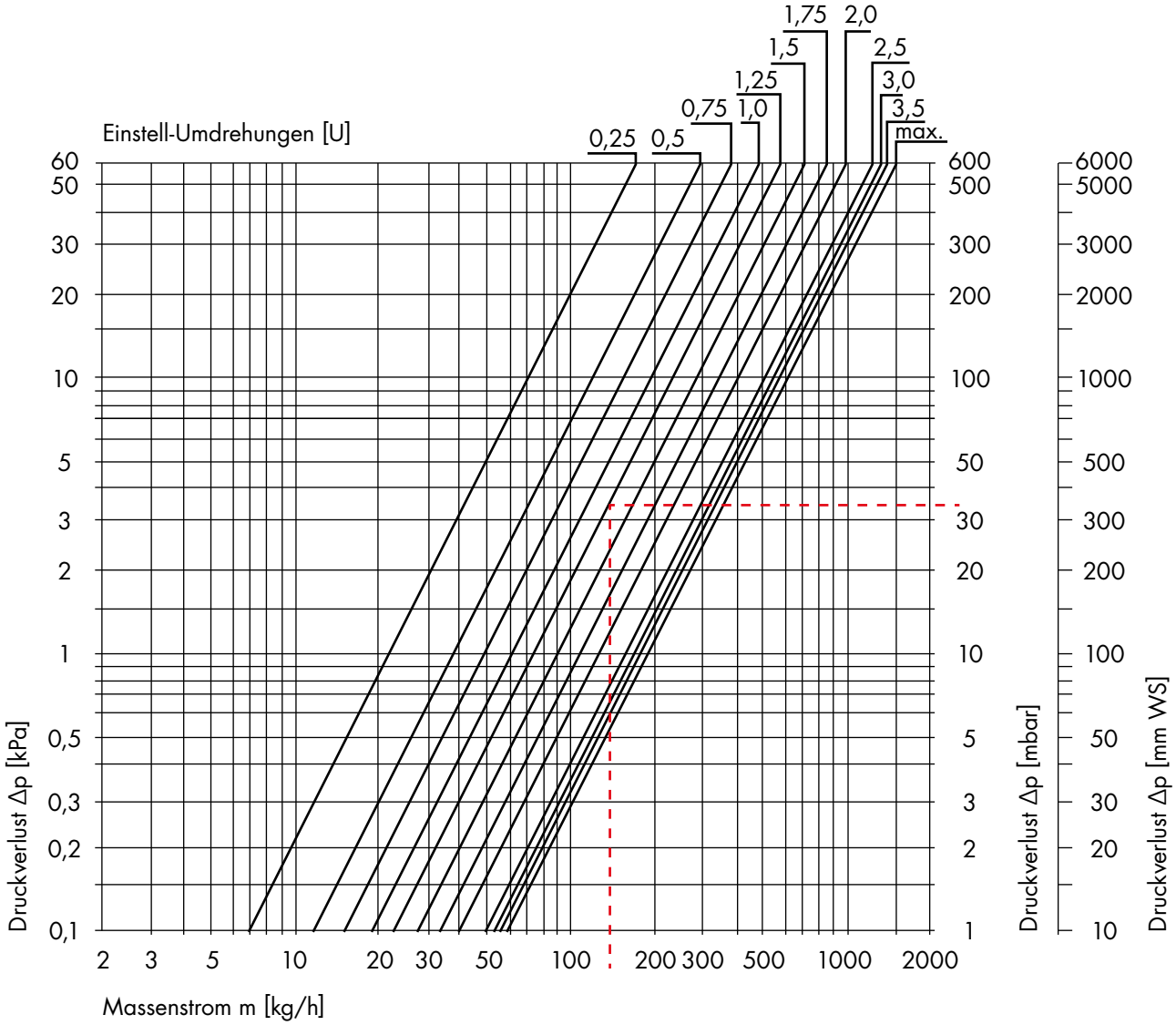
# Hydraulischer Abgleich



Nach dem Vergießen des Betons erfolgt der hydraulische Abgleich der Heizkreise. Bei Verteiler mit Flowmeter, einem Regulierventil mit Volumenstromanzeige, genügen zum Abgleich die Angaben der Volumenströme in Liter pro Minute. Zur Einstellung müssen alle Heizkreise geöffnet sein. Danach können die einzelnen Flowmeter auf den jeweils berechneten Wert eingestellt werden.

Bei Verteiler mit Regulierventilen wird durch Drehung der Ventilspindel der Druckverlust Δp des aktuellen Heizkreisen dem Druckverlust des ungünstigsten (höchster Druckverlust) $\Delta p_{max.}$ angepasst. Dazu ist die Kenntnis der Druckverluste der Heizkreise und der benötigten Massenströme nötig. Mit Hilfe des unten abgebildeten Diagramms kann die Ventilstellung in Abhängigkeit der Druckverlustdifferenz, zwischen dem aktuellen Heizkreis und dem ungünstigsten Heizkreis und dem Massenstrom des aktuellen Heizkreises abgelesen werden. Zur Einstellung und um die aus dem Diagramm ermittelten Einstell-Umdrehungen wieder zu öffnen, ist das Ventil komplett zu schließen.

**Druckverlustdiagramm für mechanische Regulierventile (im Vorlauf) von Industrieverteilern**



# Druckprüfung

Die Heizkreise der Betonkerntemperierung müssen nach Fertigstellung und vor dem Einbringen des Betons durch eine Wasserdruckprobe nach DIN EN 1264-4 auf Dichtheit geprüft werden. Die Prüfung ist zu protokollieren und vom Auftraggeber und Ausführenden zu unterzeichnen.

Der Prüfdruck darf nicht weniger als 4 bar und nicht mehr als 6 bar betragen. Beim Einbringen des Betons ist der Druck in den Rohren nochmals herzustellen über einen Kompressor oder einen „laufenden" Wasseranschluss, damit eine Leckage unter dem nassen Beton erkannt werden kann. Ein Monteur muss die Betonierarbeiten mit Werkzeug und Kupplung begleiten, damit eine eventuelle Undichtigkeit ausgebessert werden kann.

**HINWEIS**

Bei Verwendung der Verteiler für das Flächenheizrohr 20 darf der Prüfdruck 6 bar nicht übersteigen! Sind Verteiler für das Flächenheizrohr 25 verbaut, darf der Prüfdruck 10 bar nicht überschreiten!

Die Werkstoffeigenschaften der Kunststoffrohre führen bei der Druckprüfung zu einer Dehnung des Rohres, wodurch der Druck abfällt. Auch Temperaturänderungen verfälschen das Prüfergebnis. Darum sollte bei der Druckprüfung eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Prüfmediums angestrebt werden und der Ausgangsdruck muss nach der Rohrdehnung mehrmals wiederhergestellt werden.

Die Druckprobe mit Wasser ist folgendermaßen durchzuführen:

- Die Heizkreisverteiler werden vom restlichen Heizungssystem durch Schließen der Absperreinrichtung getrennt.
- Jeder Heizkreis wird einzeln mit Wasser über den Vorlaufverteilerbalken gefüllt bis er absolut luftfrei ist. Dazu sind die Thermostatventile und Regulierventile oder Flowmeter einzeln vollständig zu öffnen und zu schließen.
- Sind alle Heizkreise befüllt, muss die Verbindung zu Befülleinrichtung (z. B. Wasserversorgungsnetz) entsprechend DIN EN 1717 unterbrochen werden.
- Alle Thermostatventile und Regulierventile oder Flowmeter werden geöffnet.
- Vorbereitung der Prüfung durch Beaufschlagung des gesamten Systems mit dem Prüfdruck. Der Ausgangsdruck wird nach einer halben Stunde und nochmals nach einer weiteren halben Stunde wiederhergestellt. Nach einer weiteren halben Stunde (1,5 Stunden seit Beginn) beginnt die Prüfung (ohne den Ausgangsdruck nochmals herzustellen!).
- Während und nach der Prüfung sind zusätzlich alle Verbindungen und das Rohr zu kontrollieren, ob eine Undichtigkeit vorliegt (Sichtprüfung).
- Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 24 Stunden der Druckabfall kleiner als 1,5 bar ist und keine Undichtigkeiten festgestellt werden.

**ACHTUNG**

Bei Gefahr des Einfrierens müssen geeignete Maßnahmen, wie die Verwendung von Frostschutzmitteln oder Temperieren des Gebäudes, getroffen werden. Wenn für den Normalbetrieb der Anlage kein weiterer Frostschutz erforderlich ist, müssen die Frostschutzmittel durch Entleeren und Spülen mit mindestens dreimaligem Wasserwechsel entfernt werden.

# Druckprüfung

## Druckprüfprotokoll für Industriefußbodenheizung/Betonkerntemperierung

**Objekt:** _____

**Bauherr:** _____

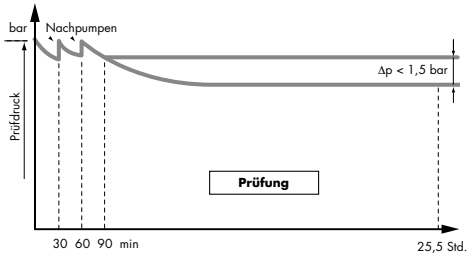
**Prüfer:** _____

## Bezeichnung Heizkreisverteiler

Flächenheizrohr 17 _____

Flächenheizrohr 20 _____

Flächenheizrohr 25 _____




## Vorbereitung (Dauer 90 Minuten)

Beginn _____ Uhr

Ende _____ Uhr

Prüfdruck
(min. 4 bar, max. 6 bar) _____ bar

Druck nach 90 Minuten _____ bar
(Beginn der Prüfung)

**HINWEIS**

Die Temperatur des Prüfmediums sollte möglichst konstant gehalten werden. Leitungen mit Wasser füllen. Leitungen vollständig entlüften.

## Prüfung (Dauer 24 Stunden)

Beginn _____ Uhr

Ende _____ Uhr

Prüfdruck zu Beginn der Prüfung _____ bar

Prüfdruck nach 24 Stunden _____ bar

Druckabfall (max. 1,5 bar) _____ bar

## Ergebnisse der Prüfung

Druckprüfung bestanden ☐ ja ☐ nein

Sichtkontrolle bestanden ☐ ja ☐ nein

Undichtigkeiten festgestellt ☐ ja ☐ nein

Ort, Datum _____ Unterschrift Prüfer _____ Unterschrift Bauherr o. Vertreter _____

# Notizen

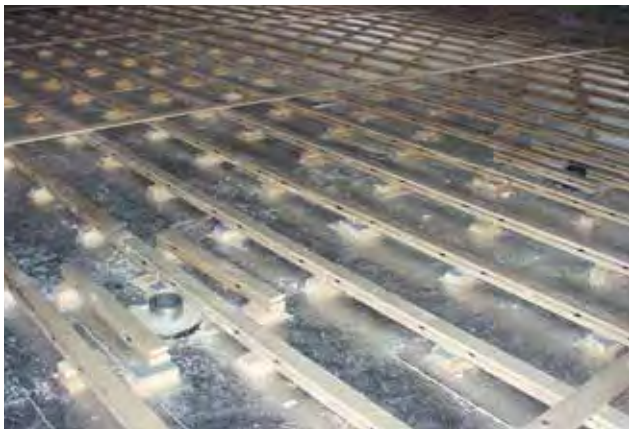
## **PRINETO** Sonderanwendungen

Schwingbodenheizung S. 293
Freiflächenheizung/Eisfreihaltung S. 294

# Schwingbodenheizung

Um in Sporthallen einen gelenkschonenden, federnden Bodenaufbau zu gewährleisten, wird häufig ein Schwingboden eingesetzt. Auch für diesen Bodentyp ist es möglich, eine Bodenheizung zu installieren. So ist es möglich, in Sporthallen ein angenehmes Klima ohne Zugluft zu erzeugen.

Beim Schwingboden werden in festgelegten Abständen Auffütterungsklötze aufgestellt, die von Dämmung umgeben sind. Zur Dämpfung der Auffütterungsklötze können sogenannte Elastikpads verwendet werden. Darauf wird eine Federbrettlage als Doppelschwingträger fixiert und quer dazu der sogenannte Blindboden. Auf die darauf aufgebrachten Holzspanplatten wird der Bodenbelag ausgelegt. Es entsteht ein Hohlraum zwischen der Dämmung und den Holzspanplatten, in der die Heizrohre ausgelegt werden.



Das ***PRINETO*** Flächenheizrohr kann für die Beheizung über einen Schwingboden verwendet werden. Dazu sollte jedoch ein Rohr größeren Durchmessers (Flächenheizrohr 20 und 25) verwendet werden. Aber auch kleinere Rohrdimensionen sind möglich.

Zur Befestigung des Flächenheizrohres stehen Fixschienen zur Verfügung. Sollte eine andere Befestigungsmöglichkeit gewünscht sein, ist diese auf Anfrage möglich.

Für flächenelastische Sportböden in Elementbauweise kann für die Beheizung der Halle auch das ***PRINETO*** Trockensystem verwendet werden.

Für die Verteilung der Heizkreise sind die ***PRINETO*** Industrieverteiler 2" mit angehängten Regulierventilen oder mit Flowmeter (je nach Rohrdimension) verwendbar. Auch der Anschluss der Heizkreise nach Tichelmann ist mit T-Stücken mit Abgang-Innengewinde und Gewindeübergängen für alle ***PRINETO*** Dimensionen der Verteilerleitung kein Problem.

# Freiflächenheizung / Eisfreihaltung



Da die ***PRINETO*** Flächenheizungsrohre in der Erde liegend verbaut werden können, eignen sie sich auch als Bodenheizung im Außenbereich.

Dadurch ist es möglich, mit dem ***PRINETO*** System Einfahrten, Eingänge, Rampen oder Rasenplätze schnee- und eisfrei zu halten. Dadurch kann ein Fußballplatz ganzjährig bespielbar gemacht, die Gefahr von Stürzen im Eingangsbereich verringert und der Schmutzeintrag in ein Gebäude auf ein Minimum beschränkt werden.

Bei einer Freiflächenheizung unterscheidet man zwei Betriebsweisen. Zum einen eine dauerhafte Schnee- und Eisfreihaltung oder nur zu bestimmten Zeiten, zu dennen Wärmebedarf besteht. Des Weiteren stellt sich dazu die Frage, bis zu welcher Temperatur der Boden eisfrei bleiben und wie viel Schnee gegebenenfalls abgetaut werden soll.

Bei der dauerhaften Schnee- und Eisfreihaltung hilft die Speicherfähigkeit des Bodens mit, bei extremen Temperaturen kurzfristig die Temperatur höher zu halten.

Sollte eine Fläche nur zu bestimmten Zeiten eisfrei gehalten werden, so ist die Leistung auch davon abhängig, wie lange man dem Boden Zeit gibt, sich aufzuwärmen und wie viel Schnee gegebenenfalls abgetaut werden soll. Um Extremfälle zu berücksichtigen, ist eine Leistung von teilweise mehr 250 W/m² anzunehmen.

Häufig genügt es, eine Schneefreihaltung bis –7 °C zu berücksichtigen, da bei niedrigeren Temperaturen selten Schneefall einsetzt. Gefährlich ist es jedoch beispielsweise vor Waschstraßen, da bis zu sehr niedrigen Temperaturen Wasser hinzukommt. Bei der Auslegung sollte eine Oberflächentemperatur von 3 °C erzielt werden.

Eine Drainage sollte vor allem bei großen Flächen mit berücksichtigt werden, damit das Schmelzwasser besser abläuft und nicht in den kälteren Randbereich fließt. Des Weiteren hilft eine wasserfeste Wärmedämmung unter den Rohren, die Wärmeverluste zu minimieren.

Für Freiflächenheizungen eignen sich besonders Rohre mit größeren Durchmessern. Dies liegt daran, dass zur Sicherheit durch die Leitungen ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel geleitet wird, welches eine höhere Viskosität und eine geringere Wärmekapazität hat. Dies führt zu einem höheren Druckverlust im Rohr. Deshalb bieten sich besonders die ***PRINETO*** Flächenheizrohre 20 x 2,0 und 25 x 2,3 an.

Bei der Verlegung werden die Rohre in einer Schicht Sand oder feinkörnige Erde gelegt. Es dürfen keine größeren Steine, die das Rohr beschädigen könnten, am Rohr liegen. Die Befestigung der Rohre wird durch die Fixschienen der Dimensionen 20 oder 25 sichergestellt. Häufig werden jedoch auch auf einer Sandschicht Bewehrungsmatten ausgelegt, auf denen das Rohr mit dem ***PRINETO*** Bindedraht (Art.-Nr.: 878 386 216) und dem ***PRINETO*** Akku-Drahtbindegerät (Art.-Nr.: 878 386 215) befestigt wird. Zur einfacheren Montage dient eine Bedienverlängerung für das Drahtbindegerät (Art.-Nr.: 878 386 218).

Für die Verteilung der Heizkreise sind die ***PRINETO*** Industrieverteiler 2" mit angehängten Regulierventilen oder mit Flowmeter (je nach Rohrdimension) verwendbar. Auch der Anschluss der Heizkreise nach Tichelmann ist mit T-Stücken mit Abgang-Innengewinde und Gewindeübergängen für alle ***PRINETO*** Dimensionen der Verteilerleitung kein Problem.

Eine weitere Anwendung für ***PRINETO*** Rohre im Außenbereich, ist die Verwendung als Soleleitung beim Heizen mit einer Wärmepumpe. Im Gegensatz zu Freiflächenheizungen sollen diese jedoch Wärme aufnehmen. Für die Anwendung als Soleleitung gelten die selben Vorgaben wie bei Freiflächenheizungen.

**ACHTUNG**

Eingebaute Fittings sind vor Erdfeuchte durch geeignete Maßnahmen zu schützen.

Eine Systemtrennung zum Wärmeerzeugen ist erforderlich. Außen eingesetzte Materialien sollten möglichst resistent gegen Korrosion sein.

# Notizen

## PRINETO Druckluftinstallation

Allgemeine Grundlagen S. 297

Druckluft als Energiequelle S. 297

Dimensionierung S. 298

- Nennlänge S. 298
- Volumenstrom S. 299
- Betriebsdruck S. 299
- Druckabfall S. 299
- Rohrdurchmesser S. 300

# Allgemeine Grundlagen

Das ***PRINETO*** Rohrsystem ist auch für die Leitung von Druckluft geeignet. Bei der Verlegung der Druckluftleitungen Aufputz (und bei Vakuumleitungen generell) sollte Stabil-Rohr zum Einsatz kommen, da es den PE-X Inliner vor schädlichen UV-Strahlen schützt und äußerst formstabil ist. Die Druckluftqualität muss der Qualitätsklasse 1 bis 4 nach BS ISO 8573 entsprechen. Die Qualitätsklasse der Druckluft wird durch das Rohr nicht beeinflusst.

Die zulässigen Betriebsüberdrücke für ***PRINETO*** PE-X bzw. Stabil-Rohre zur Leitung von Druckluft richten sich nach DIN 16893 Tabelle 5 Rohrserie S 3,2 in Abhängigkeit von Betriebstemperatur und Lebensdauer. Bei diesen Werten ist ein Sicherheitsfaktor von 1,5 (Druckreserve bis zum maximal zulässigen Betriebsdruck) eingerechnet.

20 °C – 50 Jahre – 20 bar
50 °C – 50 Jahre – 14 bar
70 °C – 50 Jahre – 11 bar

Die Durchleitung von inerten (reaktionsträgen) Gasen wie z. B. Stickstoff oder Argon ist ebenfalls möglich.



| Qualitätsklasse ISO 8573.1 | Feststoffe | | Wassergehalt max. Taupunkt [°C] | Ölgehalt max. Konzentration [mg/m³] |
|---|---|---|---|---|
| | max. Teilchengröße [µm] | max. Teilchenkonzentration [mg/m³] | | |
| 1 | 0,1 | 0,1 | –70 | 0,01 |
| 2 | 1 | 1 | –40 | 0,1 |
| 3 | 5 | 5 | –20 | 1 |
| 4 | 15 | 8 | 3 | 5 |
| 5 | 40 | 10 | 10 | 25 |

Nach Ruppelt: Drucklufthandbuch, 3. Auflage, S. 169 – 171

# Druckluft als Energiequelle

In der Industrie- und Werkstatttechnik wird Druckluft für die Antriebs- und Steuerungstechnik als Energiequelle sowie auch zum Reinigen eingesetzt. Durch einen Kompressor wird Druckluft zentral erzeugt und über ein Rohrnetzsystem zu den Abnahmestellen (z. B. Blas- und Spritzpistolen, Schlagschrauber, Pneumatikzylinder, Bohr- und Schleifmaschinen, etc.) verteilt.

Dabei sollte die Luft möglichst verlustfrei transportiert werden, um hohe Energiekosten zu vermeiden. Schon 1 bar zusätzlicher Druckverlust erhöht die Kosten für die installierte elektrische Leistung um ca. 10 %.[1]

Druckverluste können zum einen durch raue Rohrinnenseiten verursacht werden. Das IVT PE-X-Stabil-Rohr gilt mit seiner Rauhigkeit von 0,007 m als technisch glattes Rohr. Zum anderen kann der Druck durch Leckagen in der Leitung abfallen. Schon kleinste Löcher lassen die Energiekosten für das Druckluftsystem stark ansteigen. Dank der Leckagefreiheit des IVT Stabil-Rohrs treten auch diese Druckverluste nicht auf.

[1] Nach Ruppelt: Drucklufthandbuch, 3. Auflage, S. 279

# Dimensionierung



Für die richtige Dimensionierung der Anlage werden folgende Daten benötigt, die im Weiteren noch genauer beschrieben werden: Nennlänge, Luftvolumenstrom, Betriebsdruck, Druckabfall und Rohrdurchmesser.

## Nennlänge

Von grundlegender Bedeutung für die Dimensionierung ist die Nennlänge. Hierzu gehört einerseits die Länge des entsprechenden Rohrs, resultierend aus der Geometrie der geplanten Anlage, also beispielsweise der Entfernung vom Kompressor bis zum Verbraucher.

Für zusätzlichen Widerstand sorgen Formteile wie Winkel oder T-Stücke. Um die Nennlänge grob abzuschätzen, können diese Formteile mit einem Aufschlag von 50 % auf die Rohrlänge angesetzt werden.[1] Soll die Nennlänge genauer berechnet werden, so werden diesen Formteilen Ersatzlängen zugeordnet, die dann auf die Rohrlänge aufgeschlagen werden, um so die Nennlänge zu bestimmen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Formteile und ihre zugehörigen Ersatzlängen (in m). Da zur Ermittlung der äquivalenten Rohrlängen auch die Rohrdimension benötigt wird, muss der Rohrdurchmesser zuerst ohne Fittings überschlägig ermittelt werden. Anschließend wird das Ergebnis unter Berücksichtigung der Ersatzlängen überprüft und falls nötig korrigiert.

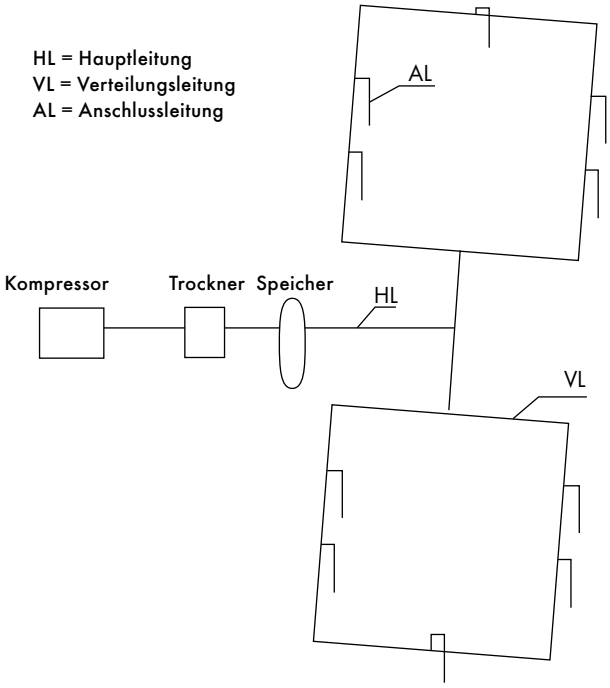



Bild 1: Darstellung der systematischen Verlegung von Druckluftleitungen

| Stabil-Rohr | Winkel 90° | Winkel 45° | T-Stück Durchgang | T-Stück Abgang | Reduktion |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 0,4 m | 0,2 m | 0,2 m | 0,5 m | 0,2 m |
| 20 | 0,6 m | 0,3 m | 0,2 m | 0,7 m | 0,3 m |
| 25 | 0,7 m | 0,4 m | 0,3 m | 0,9 m | 0,4 m |
| 32 | 1,0 m | 0,6 m | 0,4 m | 1,3 m | 0,6 m |
| 40 | 1,5 m | 0,9 m | 0,7 m | 2,0 m | 0,9 m |
| 50 | 2,0 m | 1,2 m | 0,9 m | 2,6 m | 1,2 m |
| 63 | 2,7 m | 1,5 m | 1,2 m | 3,5 m | 1,5 m |

Anhaltswerte zur Ermittlung der äquivalenten Rohrlänge

[1] Nach Ruppelt: Drucklufthandbuch, 3. Auflage, S. 287

# Dimensionierung

## Volumenstrom

Mit entscheidend für den Durchmesser des verwendeten Rohrs ist der benötigte Luftvolumenstrom. Er gibt an, wie viele Liter pro Sekunde am Ende der Leitung (unter Normalbedingungen, d.h. einem Druck von 1013,25 hPa) zur Verfügung stehen. Der Luftbedarf einiger typischer Werkzeuge ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Der benötigte Volumenstrom errechnet sich aus der Summe des Verbrauchs aller angeschlossenen Geräte.

| Werkzeug | Luftverbrauch in l/s |
|---|---|
| Blaspistole | 2 – 5 |
| Spritzpistole | 2 – 7 |
| Schwingschleifer | 4 – 7 |
| Bohrmaschine | 9 – 30 |
| Schlagschrauber | 2 – 35 |
| Schleifmaschine | 5 – 20 |

## Betriebsdruck

Je nach dem, welchen Druck der Kompressor liefert bzw. welcher Druck von den Geräten benötigt wird, muss für die Anlage ein – möglichst niedriger – Betriebsdruck gewählt werden. Üblich sind hier 6 bis 8 bar, das IVT Stabil-Rohr ist bis 10 bar geprüft.

## Druckabfall

Der Druck fällt in den Rohren mit zunehmender Länge der Rohrleitungen ab. Da die Luft – wie auch Wasser oder andere Medien – mit hoher Geschwindigkeit durch das Rohr befördert wird, entstehen Turbulenzen innerhalb des Rohrs, die für die entstehende Rohrreibung verantwortlich sind. Grundsätzlich gilt: Je größer der Druck und je kleiner der Innendurchmesser des Rohrs, desto größer ist der Druckabfall pro Meter.

# Dimensionierung



## Rohrdurchmesser

Um nun den richtigen Rohrdurchmesser zu wählen, gilt es Grundsätzliches zu beachten.

In einem dicken Rohr fällt der Druck pro Meter weniger stark ab, es kann also mehr Luftvolumen transportiert werden. Das Rohr sollte jedoch auch nicht überdimensioniert werden, um unnötige Materialkosten zu vermeiden.

In einem Leitungsnetz unterscheidet man Hauptleitungen, Verteilleitungen, Anschlussleitungen und Zubehörteile. In der gesamten Leitung soll der Druckverlust nicht über 0,1 bar sein. In den einzelnen Leitungsabschnitten soll der Druckabfall beispielsweise folgende Werte nicht überschreiten:

| | |
|---|---|
| Hauptleitungen: | 0,03 bar |
| Verteilleitungen: | 0,04 bar |
| Anschlussleitungen: | 0,03 bar |
| Zubehörteile: | 0,03 bis 0,9 bar |

Insgesamt soll der Druck um nicht mehr als 1 bar abfallen, auch unter dem Gesichtspunkt der Energiekosten.

**Näherungsweise gilt für den Innendurchmesser d:**

$$d\,[m] = \sqrt[5]{\frac{4{,}51 \cdot 10^{-13} \cdot \text{Volumenstrom}\,[l/s]^{1{,}85} \cdot \text{Nennlänge}\,[m]}{\text{Druckverlust}\,[bar] \cdot \text{Betriebsdruck}\,[bar]}}$$

Bei Ringleitungen (wie in Bild 1 die Verteilleitungen, S. 302) wird für die Nennlänge die halbe Länge des Ringsystems und der halbe Volumenstrom aller Verbraucher eingesetzt.

Überschlagsweise gelten für die Rohrdimensionierung die Tabellen auf den folgenden Seiten (mittels obiger Formel erstellt).

# Dimensionierung



**Für Hauptleitungen:**
Betriebsdruck 6 bar; Druckabfall 0,03 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| 10 | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 |
| 20 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 |
| 30 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | |

Betriebsdruck 8 bar; Druckabfall 0,03 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 10 | 25 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 |
| 20 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 |
| 30 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 |
| 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | |

Betriebsdruck 10 bar; Druckabfall 0,03 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 10 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 |
| 20 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 |
| 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 40 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | |

# Dimensionierung



**Für Verteilleitungen gilt:**
Betriebsdruck 6 bar; Druckabfall 0,04 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 10 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 |
| 20 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 |
| 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | | |

Betriebsdruck 8 bar; Druckabfall 0,04 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 10 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 |
| 20 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | >63 |
| 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | | |

Betriebsdruck 10 bar; Druckabfall 0,04 bar

| Volumenstrom in [l/s] | Nennlänge in m | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 5 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 |
| 10 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 |
| 20 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 |
| 30 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 |
| 50 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 70 | 40 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 100 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 150 | 63 | 63 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 200 | 63 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| 250 | 63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 | >63 |
| | Stabil-Rohr-Größe | | | | | | | | | | | | | | |

# Notizen

# 3. Zulassungen/Gewährleistungsurkunde

Inhalt


- Zulassungen S. 306
- Gewährleistung S. 308


3

# Zulassungen

Das ***PRINETO*** Kunststoffrohrsystem entspricht allen aktuellen, relevanten Normen und Richtlinien für höchste Langlebigkeit, einwandfreie Trinkwasserhygiene und Sicherheit Ihres Rohrleistungssystems. Sicherheit, die von zahlreichen nationalen und internationalen Prüfstellen wie dem DVGW, ÖVGW und vielen weiteren Instituten bestätigt ist und von Millionen dichten Verbindungen im Dauerbetrieb täglich belegt wird.

Alle aktuellen Zertifikate finden Sie zum Downloaden auf unserer Homepage unter www.ivt-group.com.

SVGW
Schweizerischer Verein
des Gas- und Wasserfaches
Grütlistrasse 44
CH-8027 Zürich

Zertifizierungsstelle Wasser

SVGW SSIGE

Zertifikat Nr.: 1105

ÖVGW

ÖVGW GEPRÜFT

A

**ÖVGW-Zertifikat**
über die Verleihung des Rechtes
zur Führung der ÖVGW-Qualitätsmarke Wasser

Registrierungsnummer:
**W 1.266**

Geltungsdauer:
**bis Ende Dezember 2021**

Inhaber:
**IVT GmbH & Co KG**
Gewerbering Nord 6
91189 Rohr
DEUTSCHLAND

Produkt:
**PRINETO**
Mehrschichtverbund-Rohrleitungssystem
in den Dimensionen Ø 17-63 mm

• Vertrieb in Österreich
IVT Austria Ges.m.b.H. & Co KG
Deutschstraße 15
1230 Wien

Hersteller:
• System und Verbinder:
IVT GmbH & Co KG / DE
• Rohre:
Becker Plastics / DE

Prüfungsart:
Verlängerungsprüfung

Prüfbericht:
GM - VA KU 27456/1 vom 9. November 2018

Prüfstandards/Prüfrichtlinien:
S-W 301 Ausgabe November 2017

Leiter der ÖVGW-Zertifizierungsstelle

WRAS
Regulations Advisory Scheme

This certifies that
T GMBH & CO. KG
mentioned product examined, tested
orrectly installed, to comply with
the United Kingdom Water Supply
gulations/Scottish Water Byelaws:
GS FOR USE WITH STABIL MULTILAYER
PE-X PIPE (BLACK): 16mm, 20mm, 25mm &
32mm
of a valid WRAS Approval. Confirmation of the current
from the WRAS Directory (www.wras.co.uk/directory)
mentioned will be listed in the
gs and Materials Directory
a period until:
DECEMBER 2018
1312300

WRAS APPROVED PRODUCT

# Gewährleistung

Das IVT – Rohrinstallationssystem ***PRINETO*** wird aus hochwertigen, in der Qualität überwachten Materialien hergestellt. Die Qualitätssicherung erfolgt durch Eigen- und Fremdüberwachung. Für Schäden, die innerhalb von 10 Jahren ab Auslieferungsdatum an unseren Erzeugnissen auftreten und nachweisbar auf Verarbeitungs- und Materialfehler zurückzuführen sind, leisten wir kostenlosen Ersatz, wenn uns ein Verschulden trifft.

Einzelheiten zur Art und zum Umfang unserer Gewährleistung finden Sie auf unserer folgenden Gewährleistungsurkunde.

IVT WÜRTH GROUP

# GARANTIEURKUNDE

Für Kunden der IVT GmbH & Co. KG

## ***PRINETO*** Schiebehülsensystem

Das IVT PE-X Rohrinstallationssystem ***PRINETO*** für Trinkwasser- und Heizungsinstallationen wird aus hochwertigen, stetiger Qualitätssicherung und Überwachung unterliegenden Materialien hergestellt.

Das IVT PE-X Rohrinstallationssystem ***PRINETO*** besteht aus Rohren, Fittings und Zubehörteilen.

Wir leisten unabhängig von der gesetzlichen Gewährleistung Ersatz, nach unserer Wahl durch Neulieferung oder kostenlose Reparatur für Rohre und Fittings, wenn innerhalb einer

**Garantiezeit von 10 (zehn) Jahren**

ab Ablieferung des Produkts beim Kunden auf Fertigungs- oder Materialfehler zurückzuführende Mängel am Produkt auftreten.

Für Montage-, Installations- und Inbetriebnahmefehler sowie für Beschädigungen aufgrund unsachgemäßer Behandlung der Produkte sind Garantieansprüche ausgeschlossen.

Diese Garantie gilt außerdem nicht für Zubehörteile, elektrische und bewegliche Bauteile, Verschleißteile und Werkzeuge und nicht für unerhebliche Mängel, die sich nicht auf die Gebrauchstauglichkeit des IVT ***PRINETO*** Schiebehülsensystems auswirken.

Die technischen Unterlagen, Hinweise und Montageanleitungen sind wesentlicher Bestandteil dieser Garantie. Die fachgerechte Verarbeitung der Systemkomponenten muss mit den von uns vorgeschriebenen, bzw. freigegebenen Werkzeugen für das IVT ***PRINETO*** Schiebehülsensystem durchgeführt werden. Die Installation zusammen mit anderen als IVT ***PRIPRESS*** oder IVT ***PRINETO*** Produkten führt zum Erlöschen des Garantieanspruchs.

Voraussetzung für das Bestehen des Garantieanspruchs ist, dass der Kunde die Produkte unmittelbar nach Ablieferung untersucht und offensichtliche Mängel unverzüglich, spätestens innerhalb von 2 Wochen, schriftlich bei IVT anzeigt. Verdeckte Mängel müssen unverzüglich, spätestens innerhalb von 2 Wochen, nach ihrer Entdeckung schriftlich bei IVT angezeigt werden.

Die gesetzlichen Gewährleistungsrechte, weitere gesetzliche Rechte des Kunden sowie vertragliche Vereinbarungen bleiben unberührt. Soweit IVT Leistungen aufgrund dieser Garantie erbringt, werden diese auf weitere Ansprüche des Kunden wegen derselben Produktmängel angerechnet.

Es gilt deutsches Recht unter Ausschluss des UN-Kaufrechts. Die Gerichte am Sitz von IVT sind ausschließlich zuständig für alle Streitigkeiten aus dieser Garantieurkunde.

IVT GmbH & Co. KG
Gewerbering Nord 5
D-91189 Rohr

Ralf Stottok
Geschäftsführer IVT GmbH & Co. KG

# Notizen

Stand 02/2022 - M - Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Genehmigung © by IVT GmbH & Co. KG-Printed in Germany

IVT Austria Ges.m.b.H. Co. KG
Deutschstr. 15
A-1230 Wien
Tel./Fax. +43 (0) 1 616 68 65-10/-11
Info@ivt-group.com • www.ivt-group.com

IVT GmbH & Co. KG
Gewerbering Nord 5
D-91189 Rohr
Tel./Fax. +49 (0) 9876/97 86-0/-90
Info@ivt-group.com • www.ivt-group.com

WÜRTH GROUP