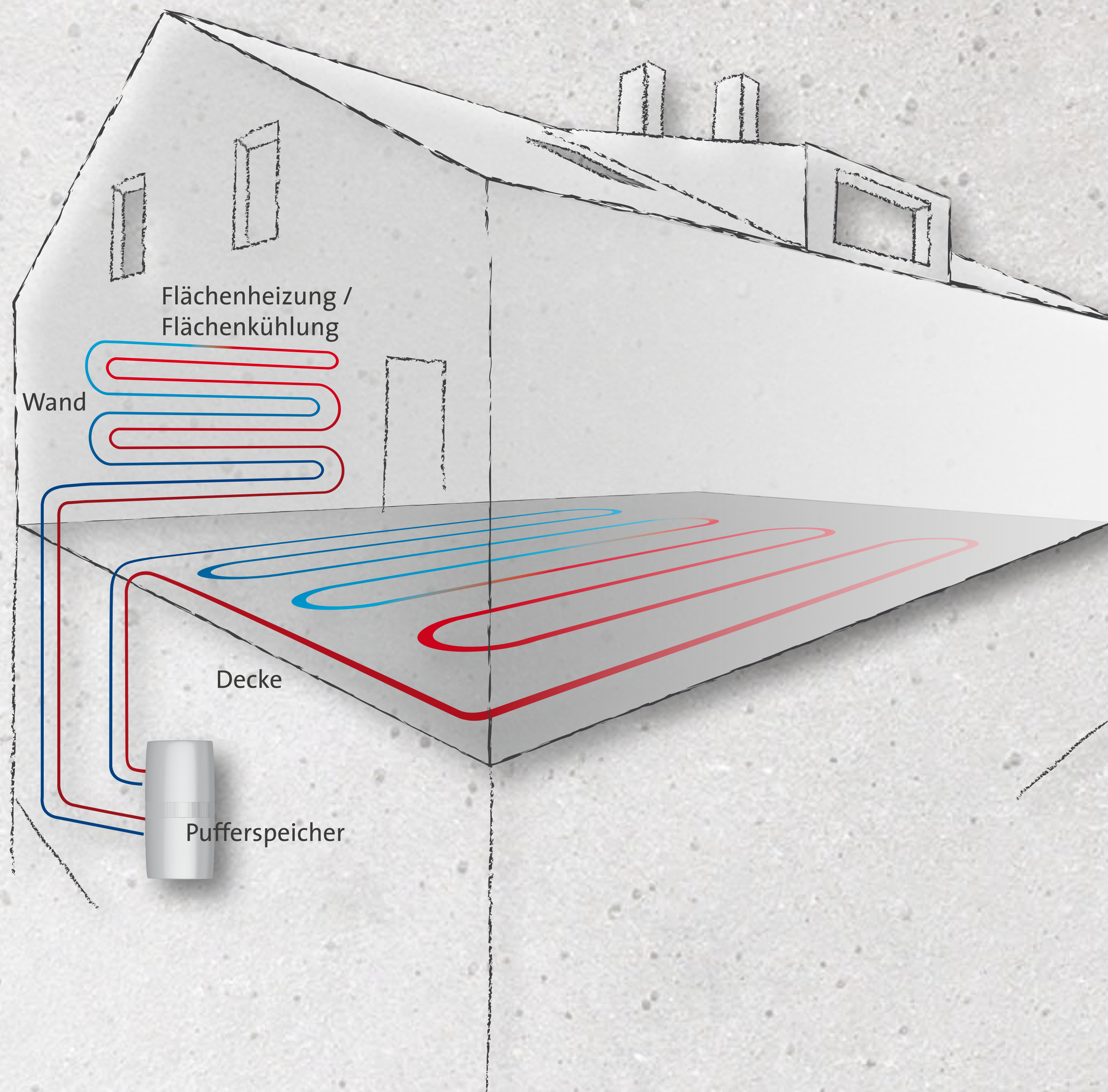


# Heizen & Kühlen mit Beton



## infobox

Wärme fließt immer von Orten höherer Temperatur zu Orten niedrigerer Temperatur.

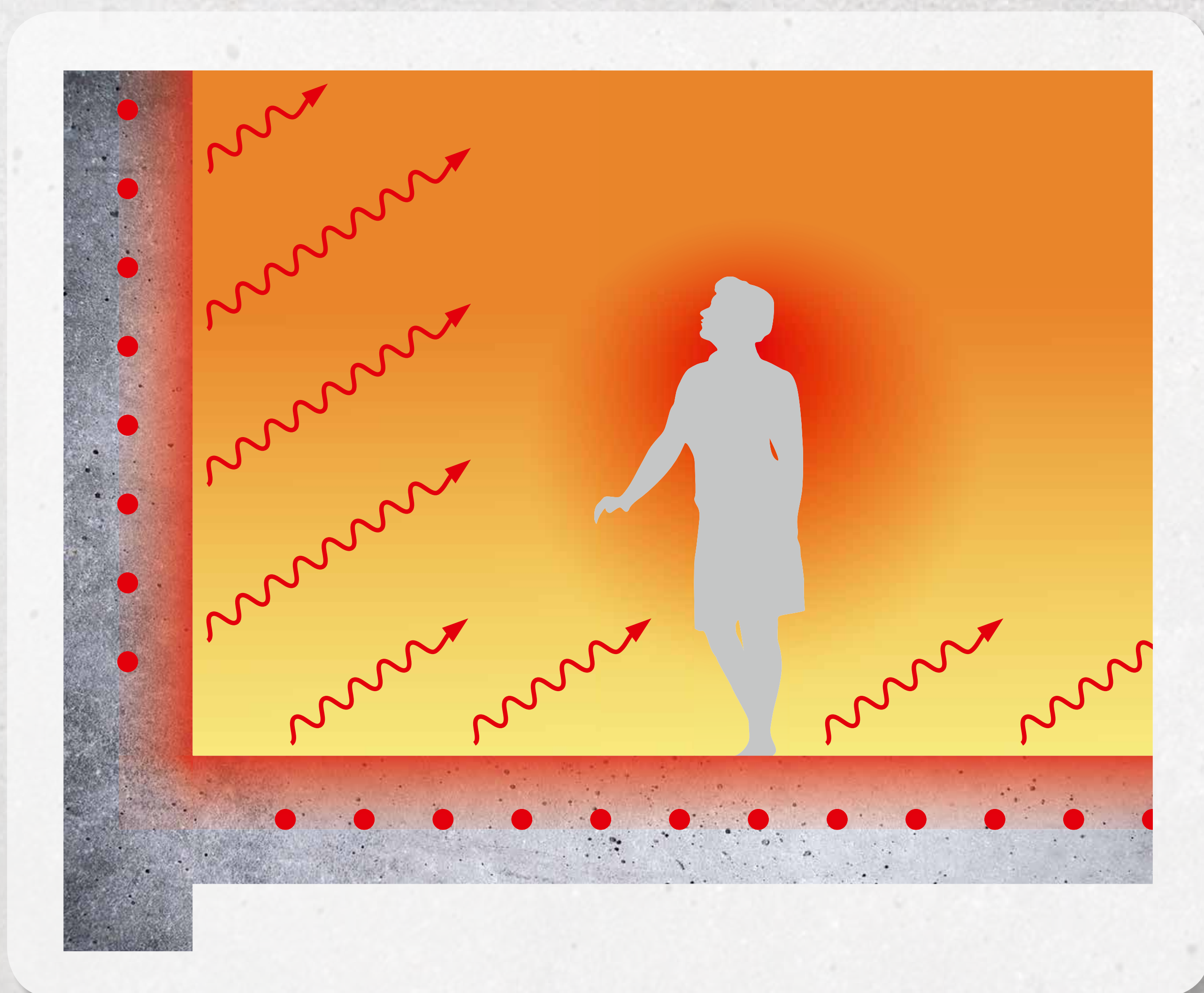
Beton kann große Wärmemengen speichern. Das wird für Heizung und Kühlung genutzt.

Voraussetzung für das Gebäude: große Masse, gute Wärmedämmung und Bauteilaktivierung.

Heizen

<<< mit demselben Rohrsystem >>>

Kühlen



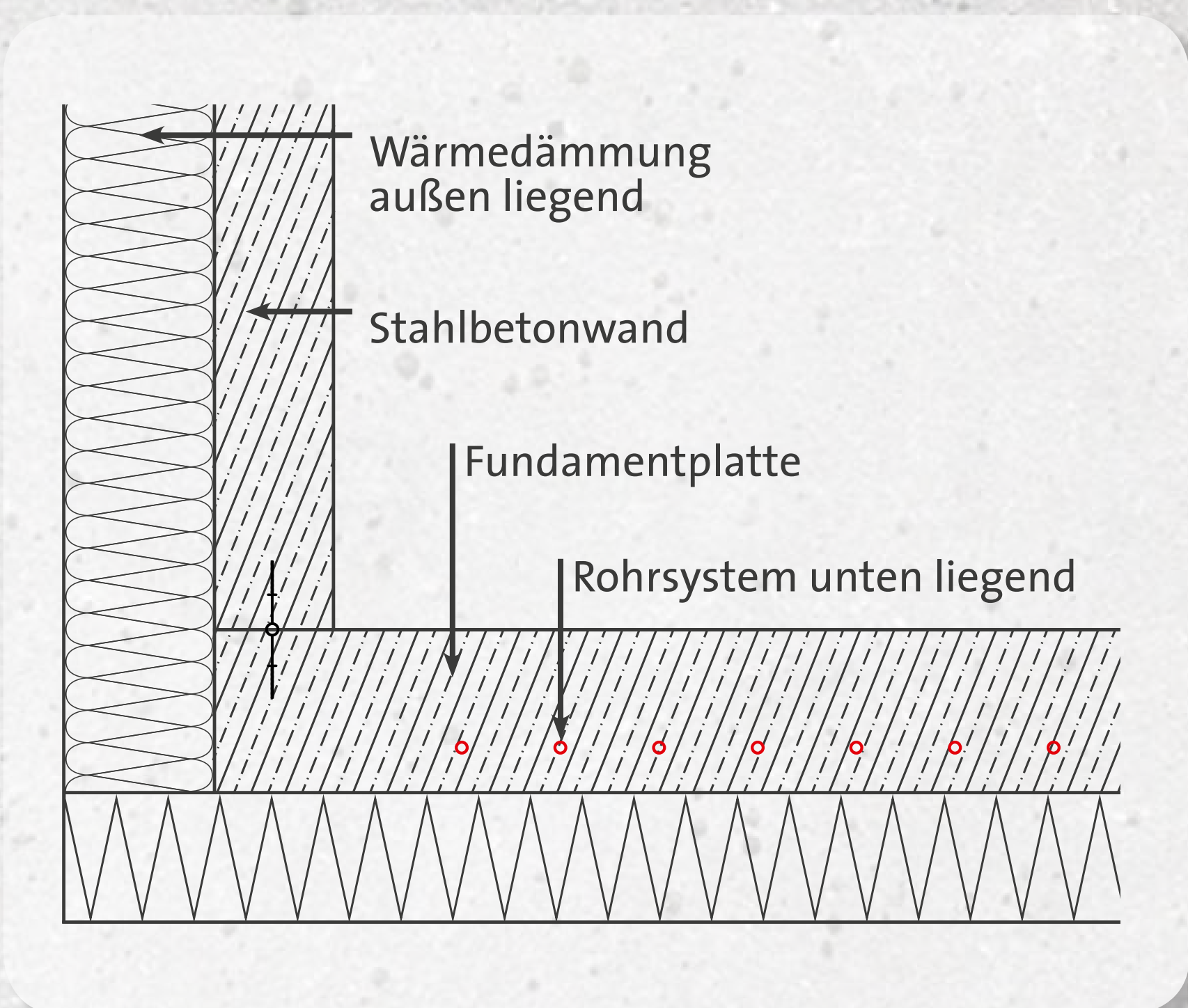
Bei großflächigen Betonbauteilen erfolgt bis zu 90 % des Wärmeaustausches durch Strahlungswärme, der Rest durch Wärmeströmung (Konvektion) der Raumluft.



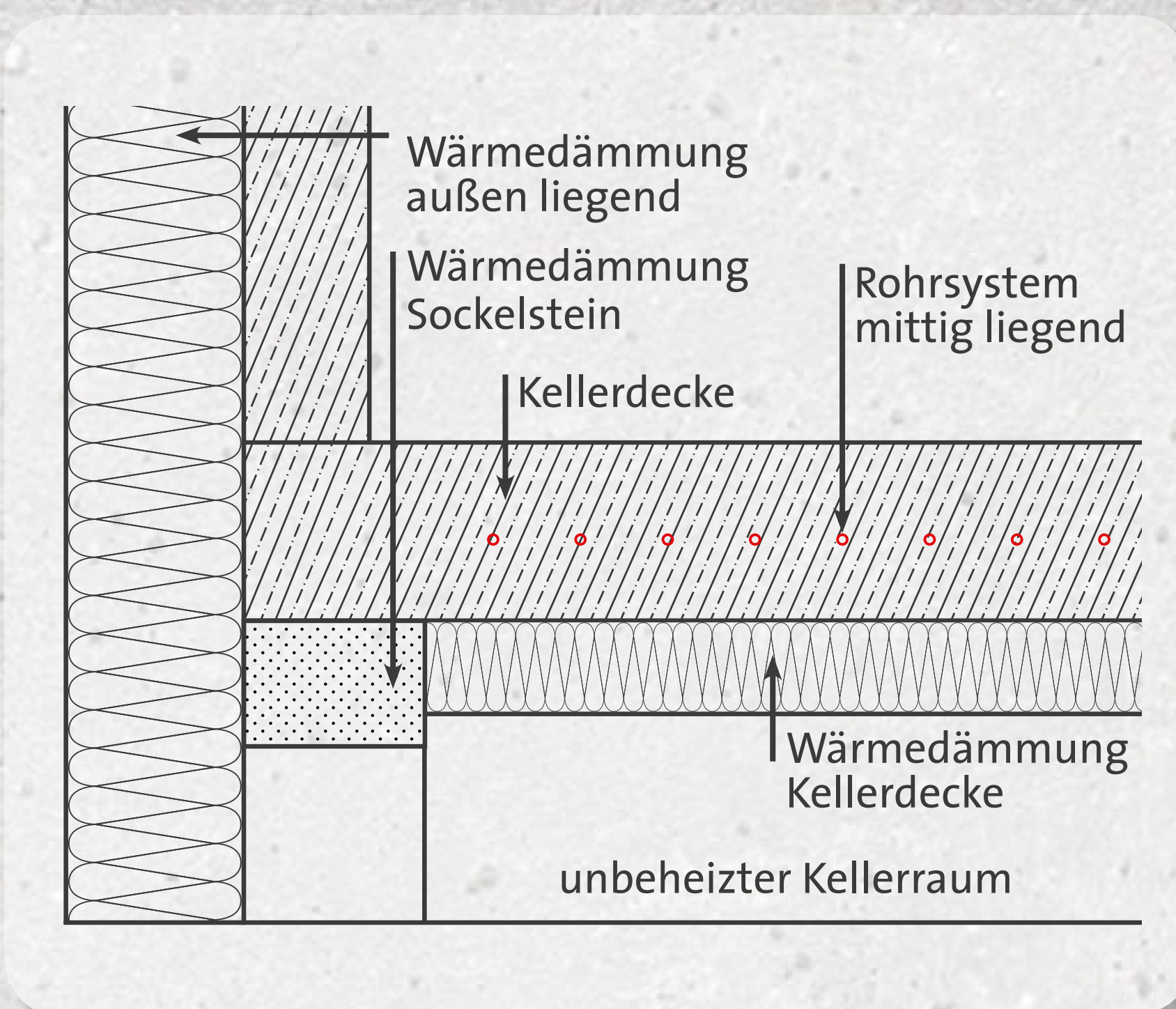
Überschüssige Wärme wird von den Betonbauteilen aufgenommen und abgeführt.

# Flächenheizung & Flächenkühlung

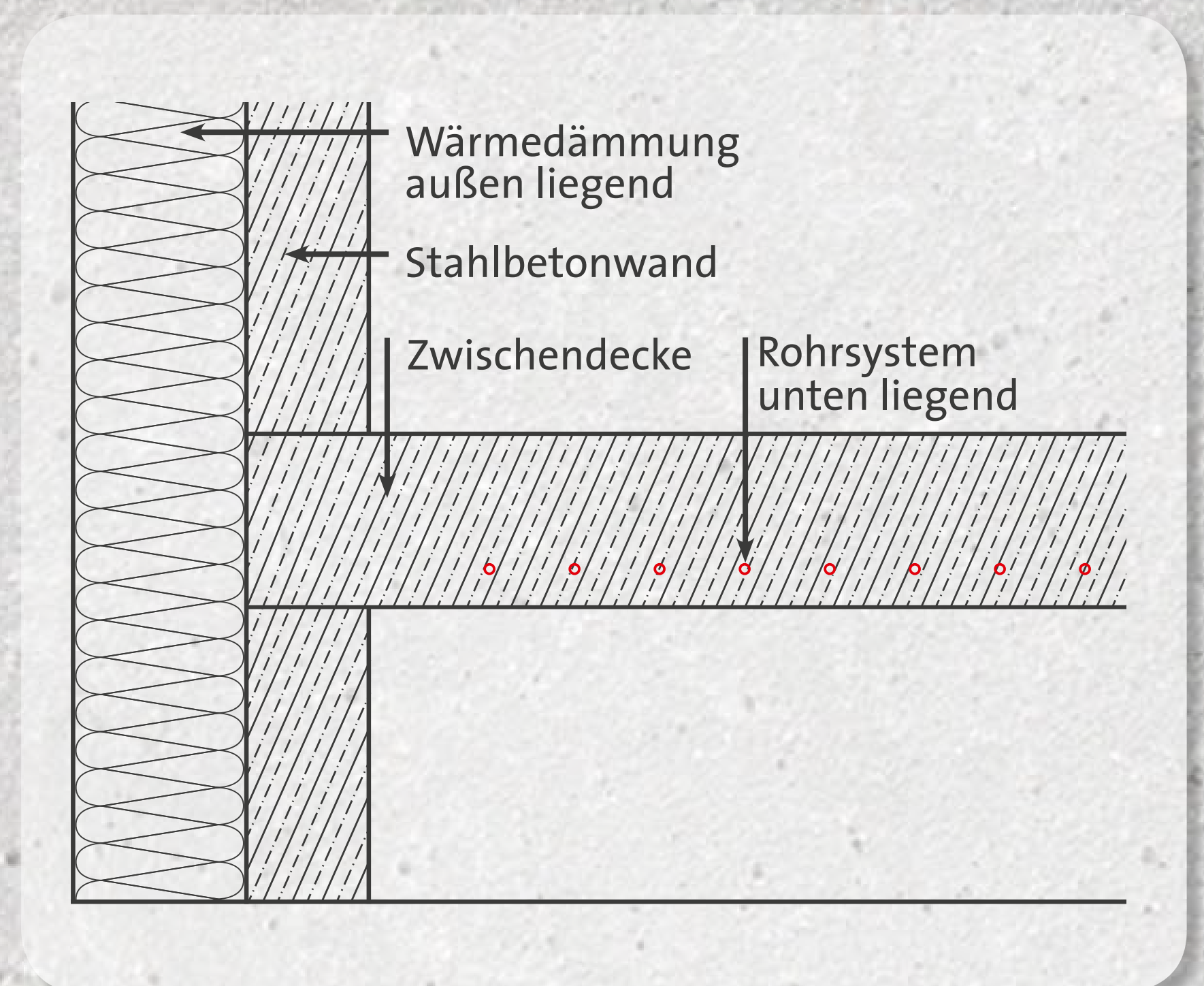
Detail Fundamentplatte



Detail Kellerdecke /-wand

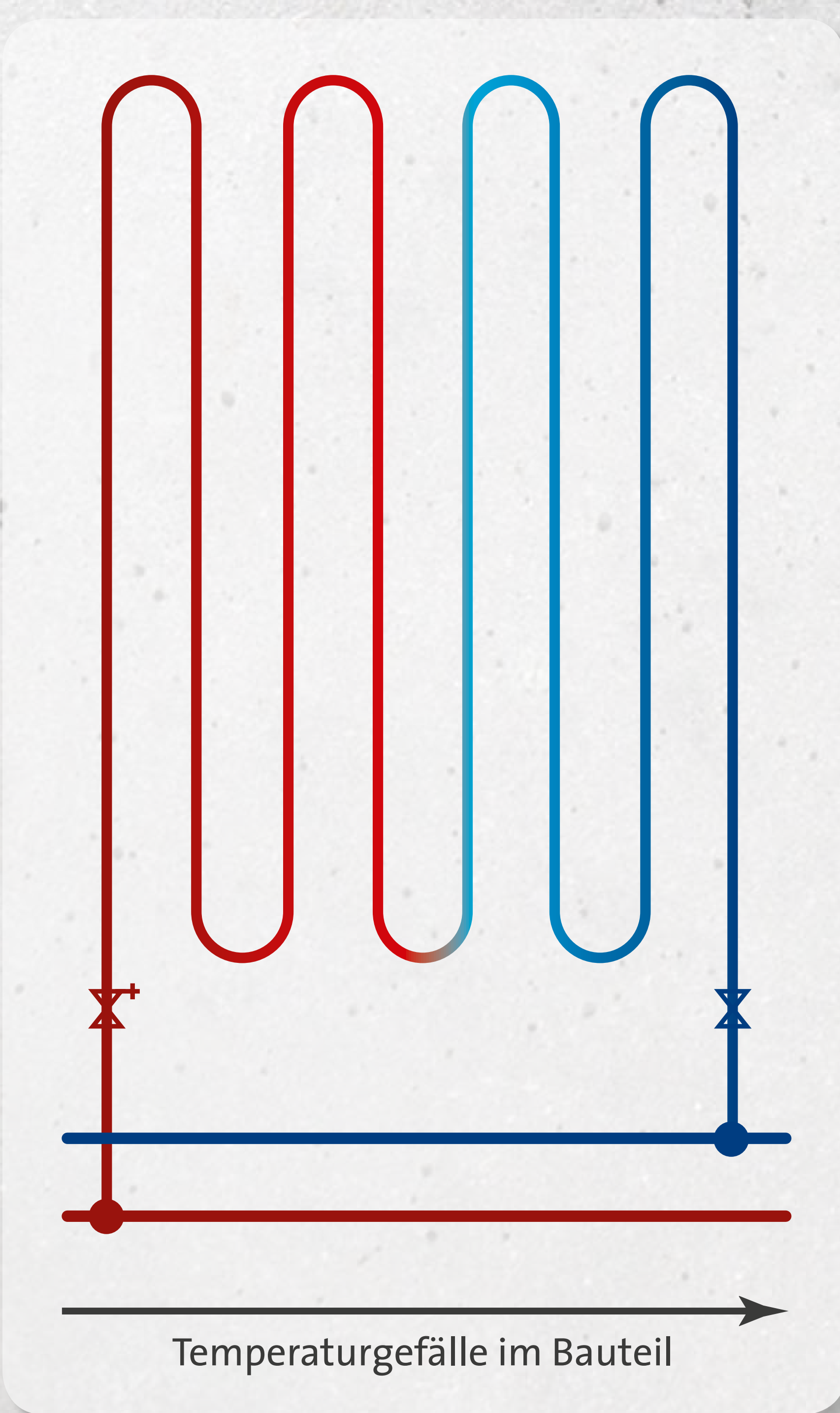


Detail Zwischendecke

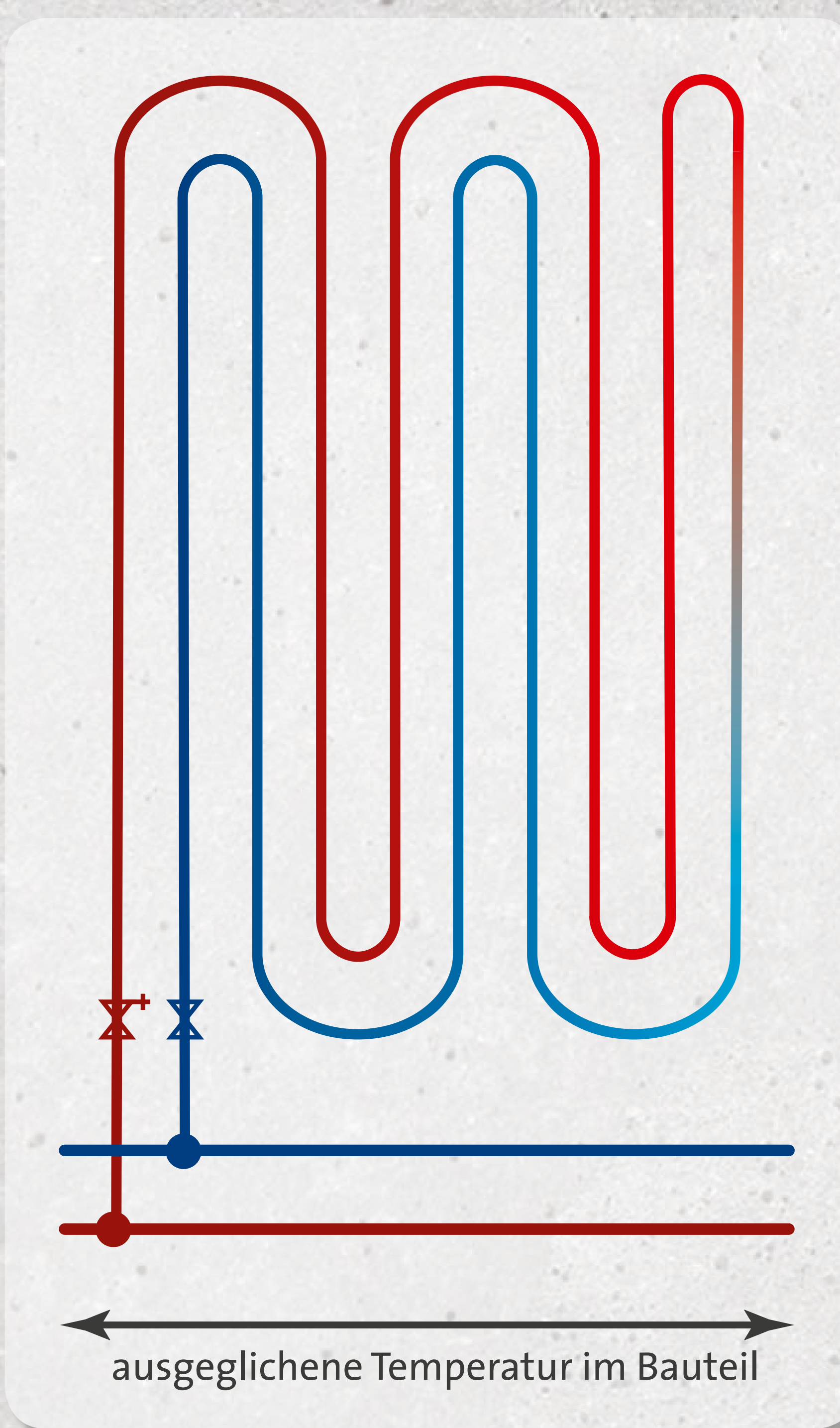


## Prinzipskizzen:

Verlegesystem Einfachmäander



Verlegesystem Doppelmäander



	Heizfall	Kühlfall
Vorlauf	28–25°	18–22°
Rücklauf	23–20°	20–25°

### infobox

- **Abstand Rohrleitungen**  
15 – 20 cm (laut Verlegeplan)
- **Lage der Rohrleitungen**  
Fundamentplatte: unten  
Geschoßdecke: unten bis mittig
- **Sinnvolle Rohrlänge**  
pro Heizkreis rund 100 m bis zu 150 m

# Physikalische Grundlagen

## infobox

Wie errechnet man die in einen Körper einspeicherbare Wärmemenge ( $Q$ )?

Man multipliziert

- die **Massendichte** des Körpers in  $\text{kg}/\text{m}^3$
- mit der **spezifischen Wärmekapazität** ( $c$ ) in  $\text{kJ}/\text{kgK}$  (materialabhängig)
- und der **Temperaturerhöhung** ( $\Delta T$ ) in Kelvin

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

## Wärmespeicherung:

bei einer Temperaturerhöhung von 1 Kelvin kann

1 m<sup>3</sup> Beton 667 Wh (2.400 kJ)

Wärme speichern.

1 m<sup>3</sup> Fichtenholz (475 kg)

211 Wh (760 kJ) Wärme speichern.

1 m<sup>3</sup> Wasser 1.164 Wh (4.190 kJ)

Wärme speichern.

Im Vergleich zu Fichtenholz kann Beton bei gleichem Volumen rund 3x mehr Wärme speichern, Wasser sogar 5x soviel.

## Wärmetransport erfolgt durch



**Wärmestrahlung:**  
wird von jeder Körperoberfläche permanent abgegeben



**Konvektion:**  
immer in Verbindung mit Massentransport (Luft, Wasser)



**Wärmeleitung:**  
tritt immer bei Temperaturunterschieden auf (Ausgleichsprozess)

## Selbstregulierung:

$\Theta^* > \Theta_a$  und  $\Theta^* > \bar{\Theta}$  → aktivierter Bauteil gibt Wärme ab (Heizfall)

$\Theta^* = \Theta_a$  und  $\Theta^* = \bar{\Theta}$  → aktivierte Decke gibt keine Wärme ab (ist inaktiv)

$\Theta^* < \Theta_a$  und  $\Theta^* < \bar{\Theta}$  → aktivierte Decke nimmt Wärme auf (Kühlfall)

$\Theta^*$  ... Oberflächentemperatur des aktivierten Bauteils

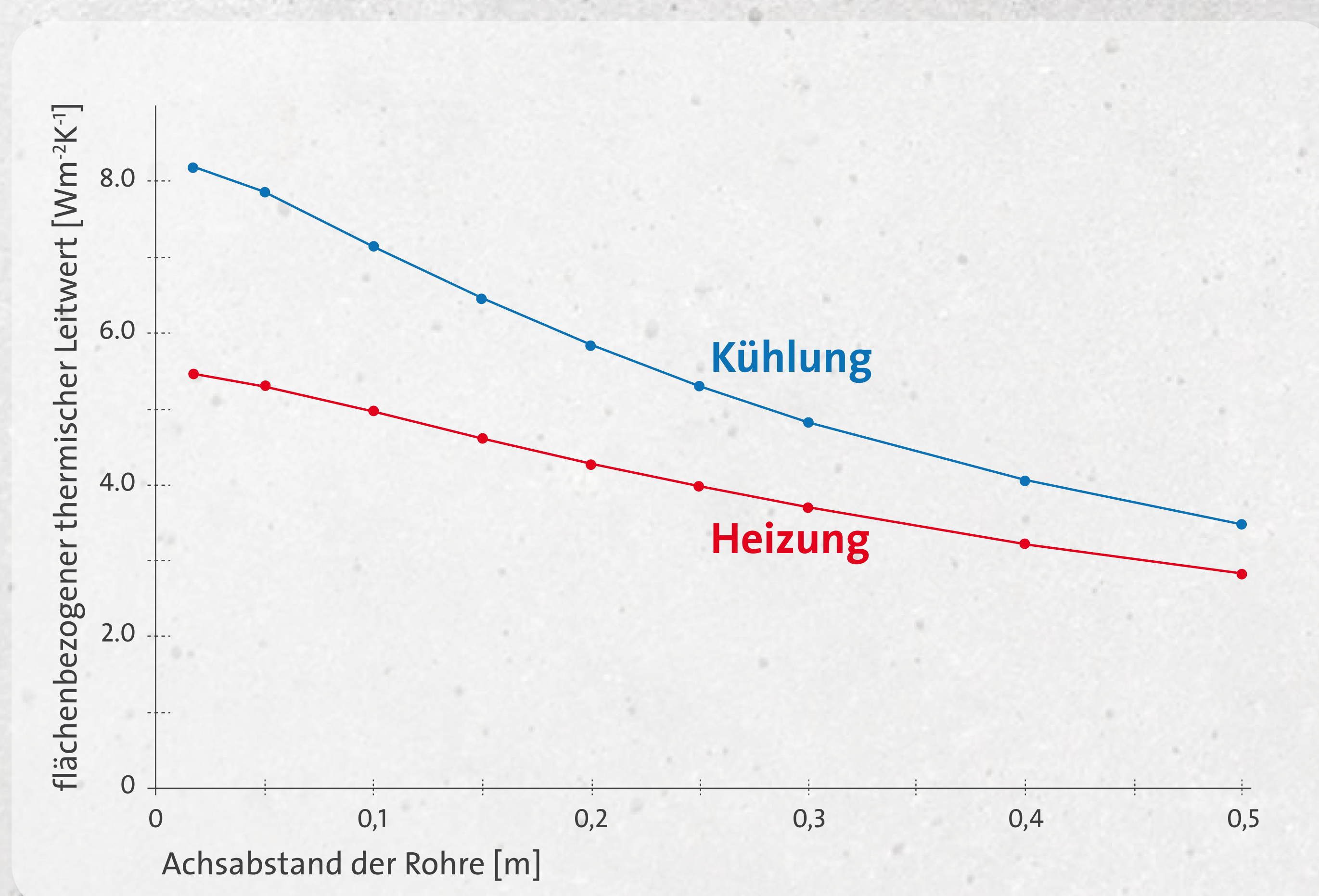
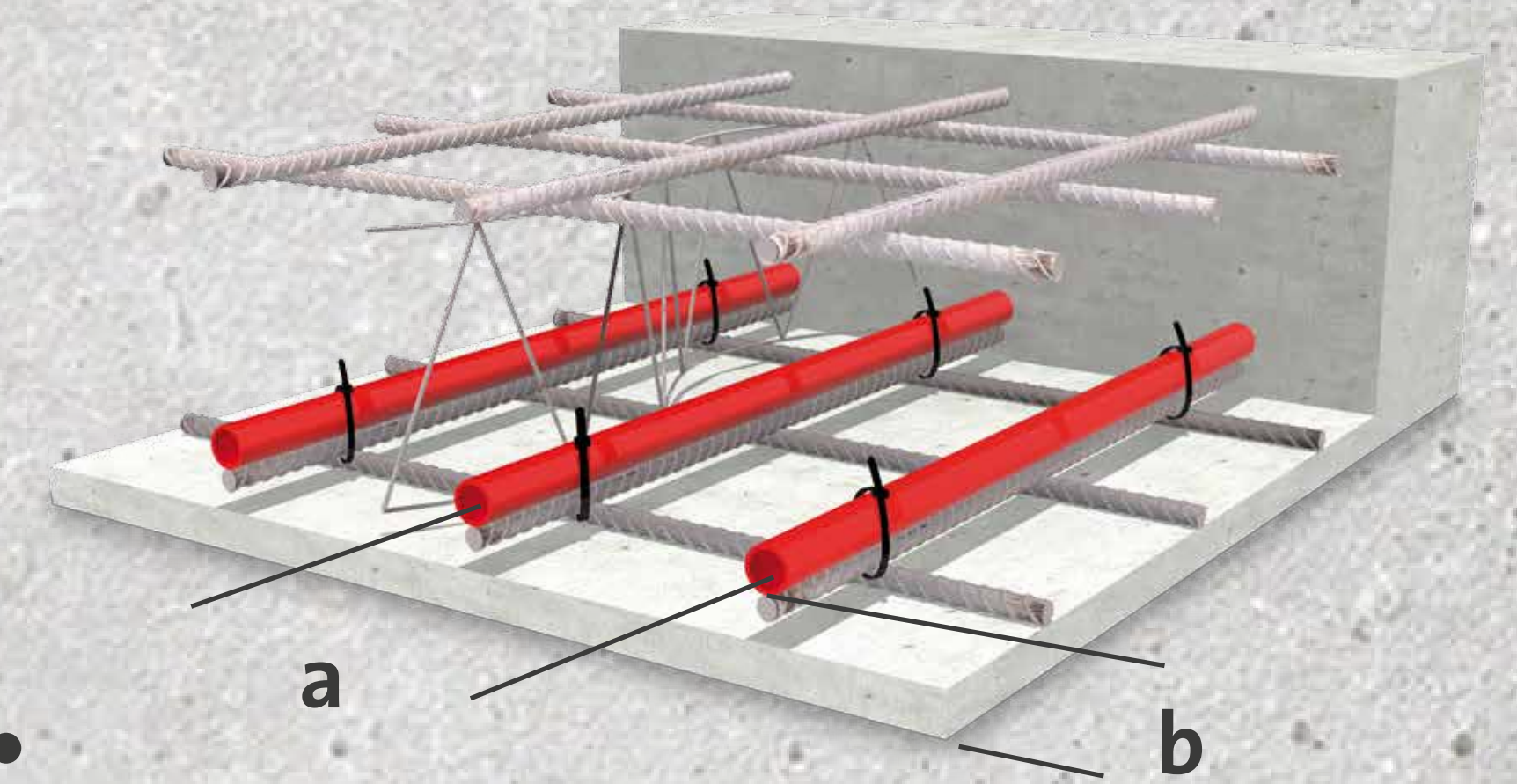
$\Theta_a$  ... Raumlufttemperatur

$\bar{\Theta}$  ... mittlere Oberflächentemperaturen aller anderen raumbegrenzenden Flächen

- Selbstregulierung ohne aufwändigen Regler tritt dann auf, wenn im Heizfall die Oberflächentemperatur des aktivierten Bauteils  $\Theta^*$  geringfügig über bzw. im Kühlfall geringfügig unter der Solltemperatur liegt.
- Voraussetzung für ein gutes Funktionieren des Systems sind eine hohe thermische Qualität der Gebäudehülle sowie genügend große aktivierbare Flächen.

# Wärmeabgabe und -aufnahme einer thermisch aktivierten Decke

- Die Erhöhung des Rohrabstands (a) und eine Vergrößerung der Betonüberdeckung (b) – verringern die Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung.  
– erhöhen die thermische Trägheit des Systems.
- Der Rohrdurchmesser beeinflusst die Eigenschaften des Systems nur wenig.
- Ein Verputzen der Deckenuntersicht sollte vermieden werden.



Abhängigkeit des flächenbezogenen Leitwerts  $\Lambda$  zwischen Rohrregister und Deckenuntersicht vom Rohrabstand

## infobox

Wie errechnet man die Wärmeabgabe (Heizung) oder Wärmeaufnahme (Kühlung) einer aktivierten Decke?

Man multipliziert

- den auf die Fläche der aktivierten Decke bezogenen thermischen Leitwert  $\Lambda$  in  $\text{W/m}^2\text{K}$

- mit der Differenz  $\Delta\Theta$  zwischen Raumlufttemperatur und Temperatur des Heiz- bzw. Kühlmediums in Kelvin.

- Die Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung  $\Phi$  der gesamten aktivierten Decke ergibt sich durch Multiplikation mit der Gesamtfläche des Rohrregisters  $A$  in  $\text{m}^2$ .

$$\Phi = \Lambda \cdot \Delta\Theta \cdot A$$

# 10 Ausführungsschritte im Detail



**1** Verlegen der Rohrdurchführungen auf der Schalung



**2** Verlegen der unteren Bewehrungslage  
Falls erforderlich, Montage der Abstandhalter für die Rohrleitungen



**3** Verlegen der Rohrleitungen nach Verlegeplan

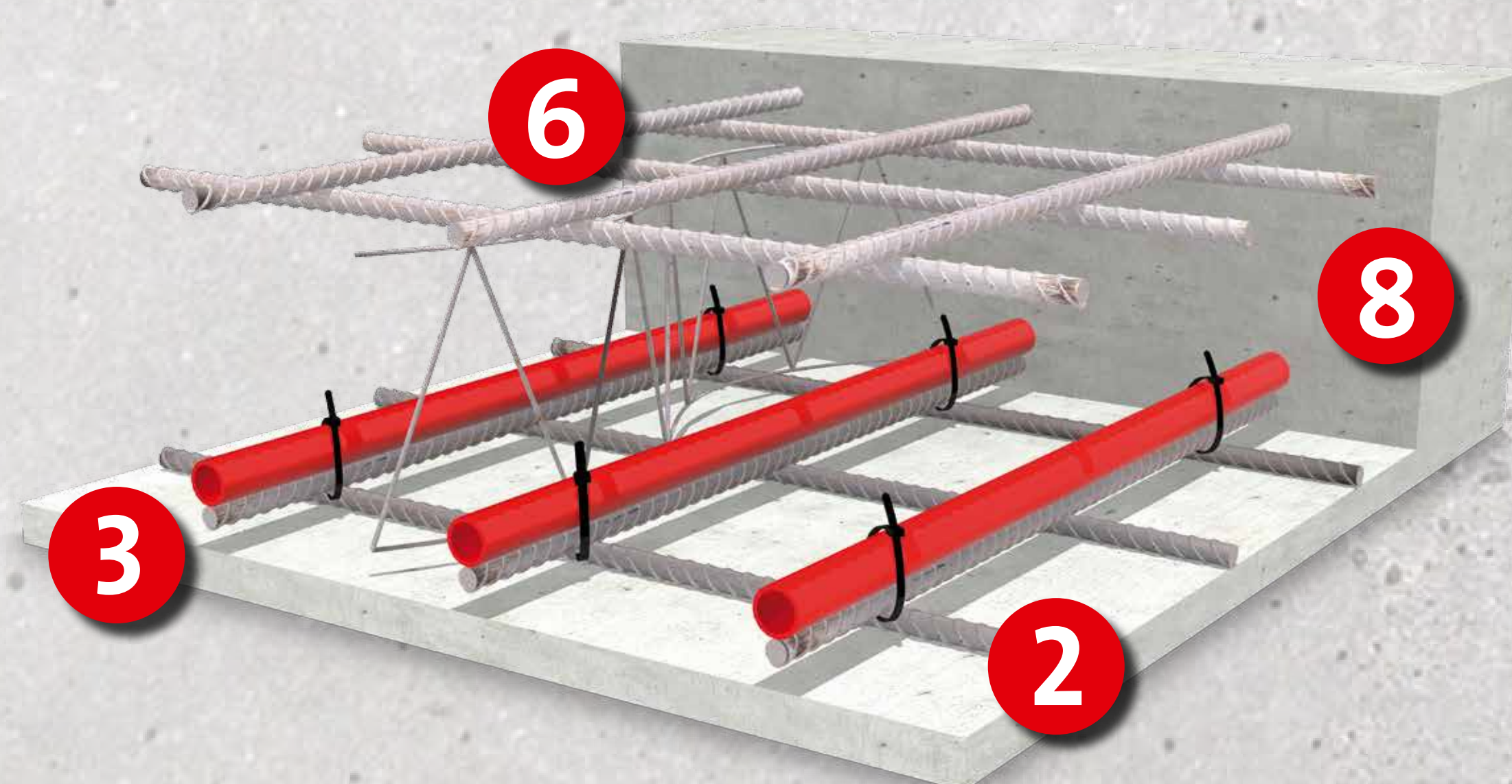
- Rohrleitungen müssen in einer Ebene liegen
- Sackbildung (Hoch-, Tiefpunkte) der Leitungen unbedingt vermeiden
- Rohrleitungsführung planen – Kollisionen vermeiden



**4** Befestigung mittels Kabelbinder



**5** Verbinden der Rohrstränge und Schutz der Verbindungen durch ein Isolierband  
(siehe Herstellerhinweise)



3D-Modell: Schnitt durch Decke

## infobox

- Kollision von Leitungen vermeiden
- Hoch-, Tiefpunkte vermeiden
- Befestigung der Rohre mittels **Kabelbinder**
- Ummanteln der Metallbauteile mit **Isolierband**

# 10 Ausführungsschritte im Detail



6 Verlegen der oberen Bewehrungslage



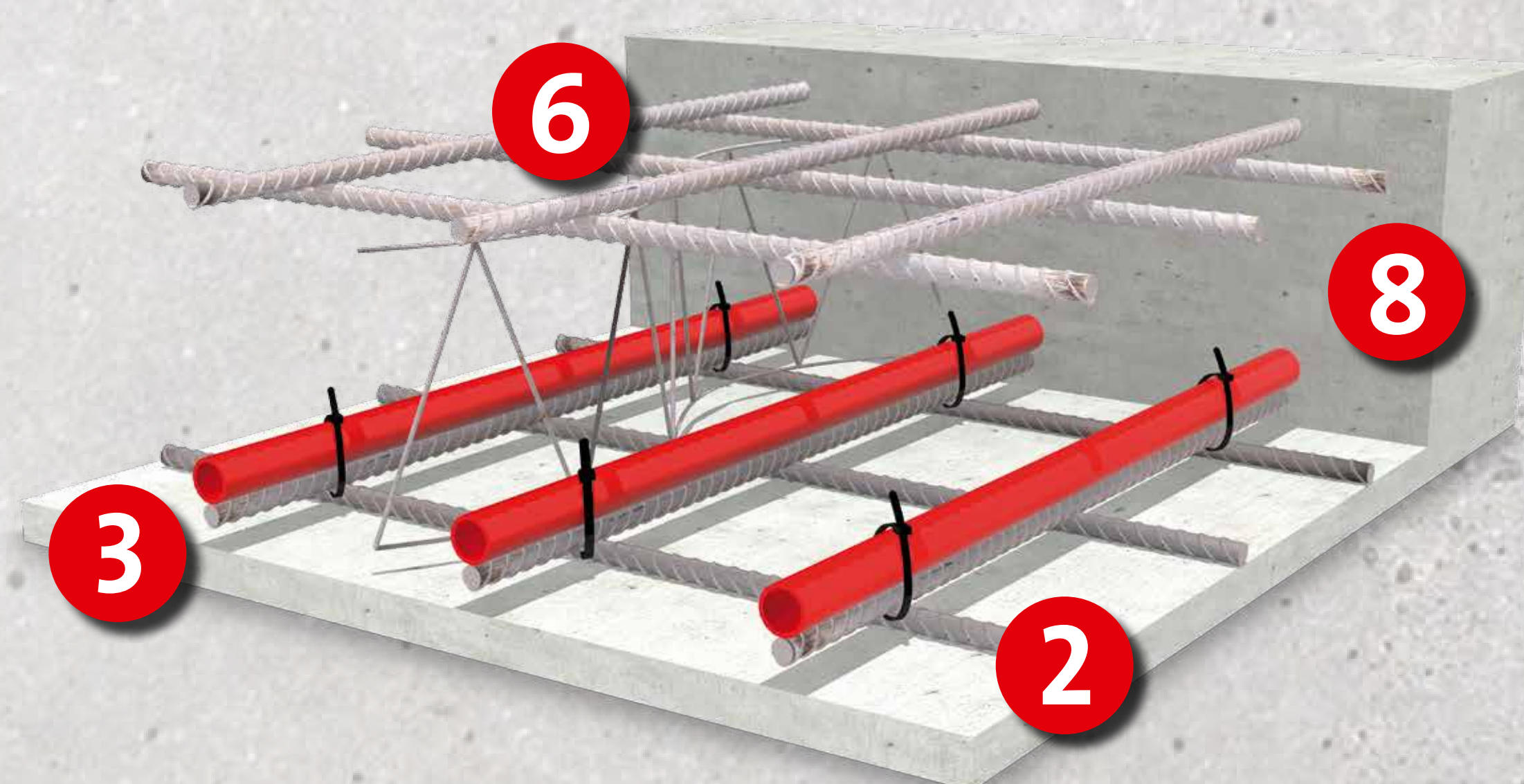
7 Komplettierung der Verlegearbeiten, Druckprobe der Rohrleitungen



8 Betonieren des Bauteils unter Aufrechterhaltung des Drucks. Die Rohrleitungen dürfen bei den Betonierarbeiten nicht beschädigt werden.

9 Anbringen der Schutzvorrichtungen für Rohrverteilungen und Manometer

10 Übergabe an das nächste Gewerk



3D-Modell: Schnitt durch Decke

## infobox

- Der **Prüfdruck** beträgt rund 2,5 – 3 bar bei gasförmigen Prüfmedien und 4 – 6 bar bei Wasser als Prüfmedium
- **Achtung auf die Rohrleitungen** bei den Arbeiten
- Beim Betonieren **Druck laufend prüfen**

# Material – Werkzeuge – Tipps zum Erfolg



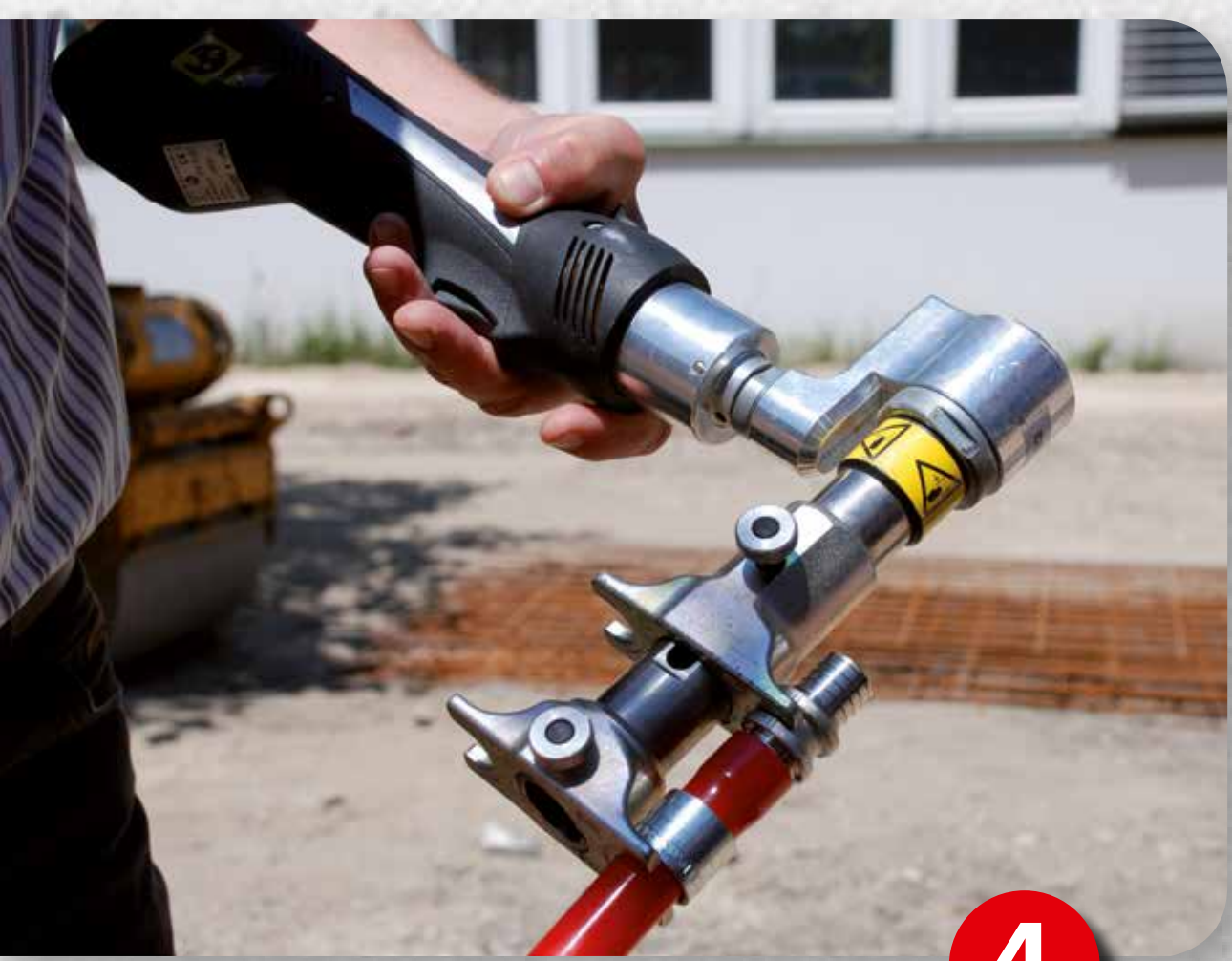
1

- 1 PE-Xa-Rohre,  
Mehrschichtverbundrohr**  
(Außenbeschichtung, sauerstoffdicht)  
Rohrinnweiten 17 mm, 20 mm, 25 mm  
(siehe Herstellerhinweise)



2

- 2 Verbindungsmaterial**  
Fitting + Schiebehülse



4

- 3 Formstücke** wie  
Schalungskasten unter der Decke,  
Verteiler, Manometer

- 4 Werkzeuge – Zangen**  
Aufweiten, Aufschieben, Pressen

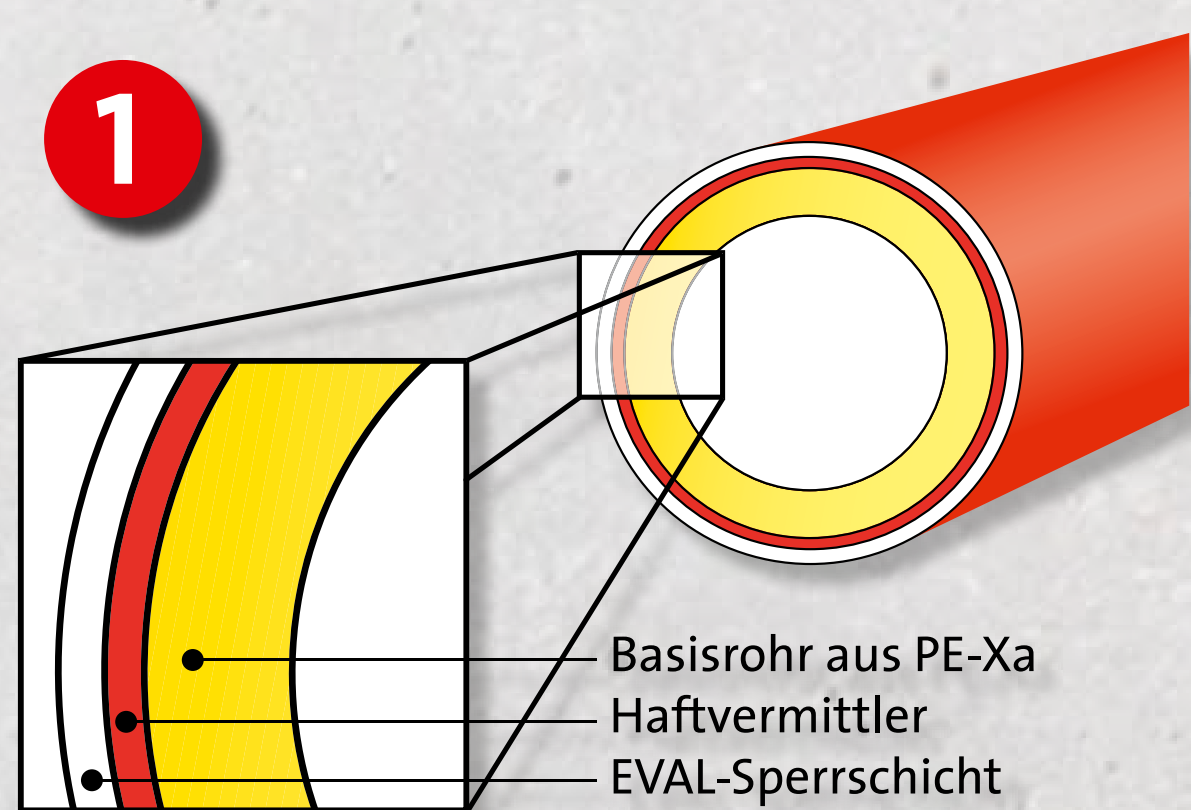
## infobox

### Tipps zum Erfolg

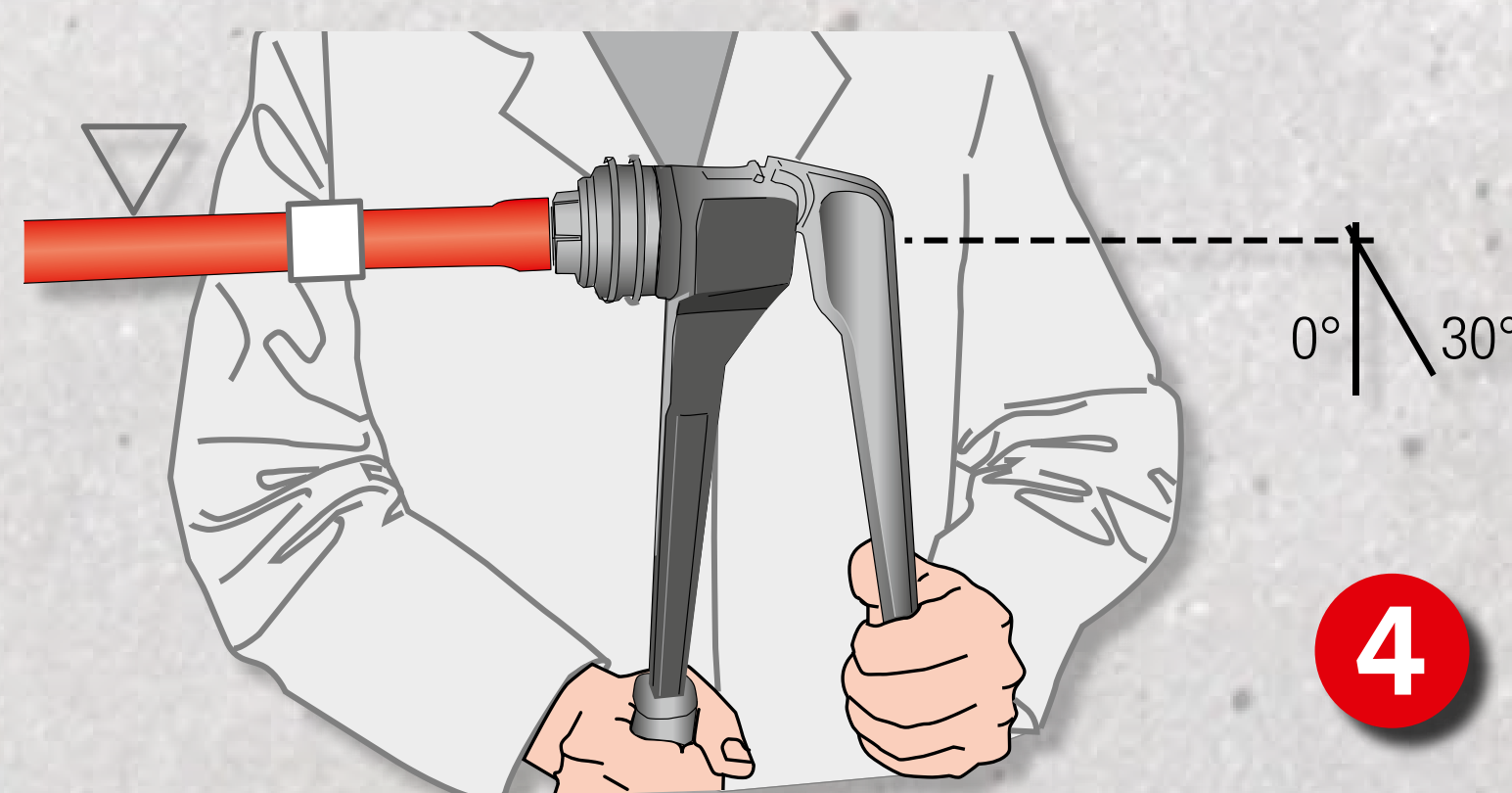
- Verlegeplan für Rohre
- Sorgfalt bei der Arbeit
- Zusammenarbeit der Gewerke
- Schutzmaßnahmen:  
Schutz der Verteiler  
und Manometer



3

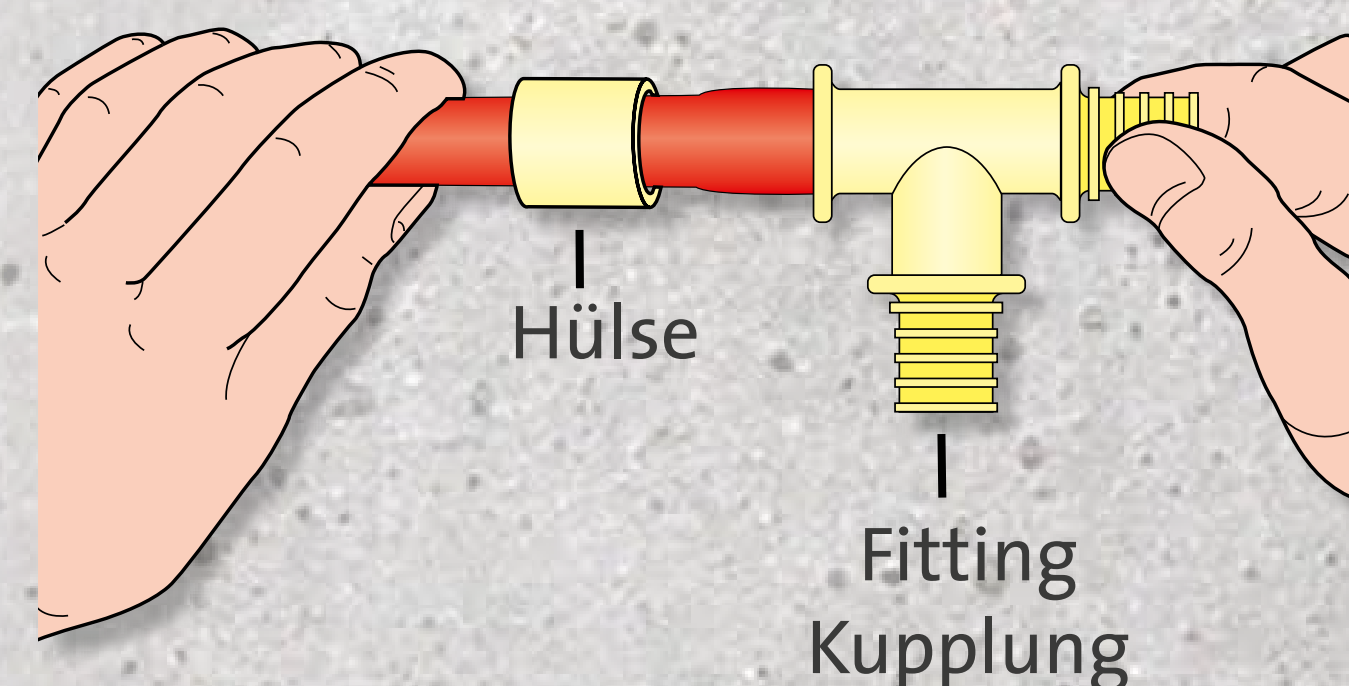


Aufbau der Rohre

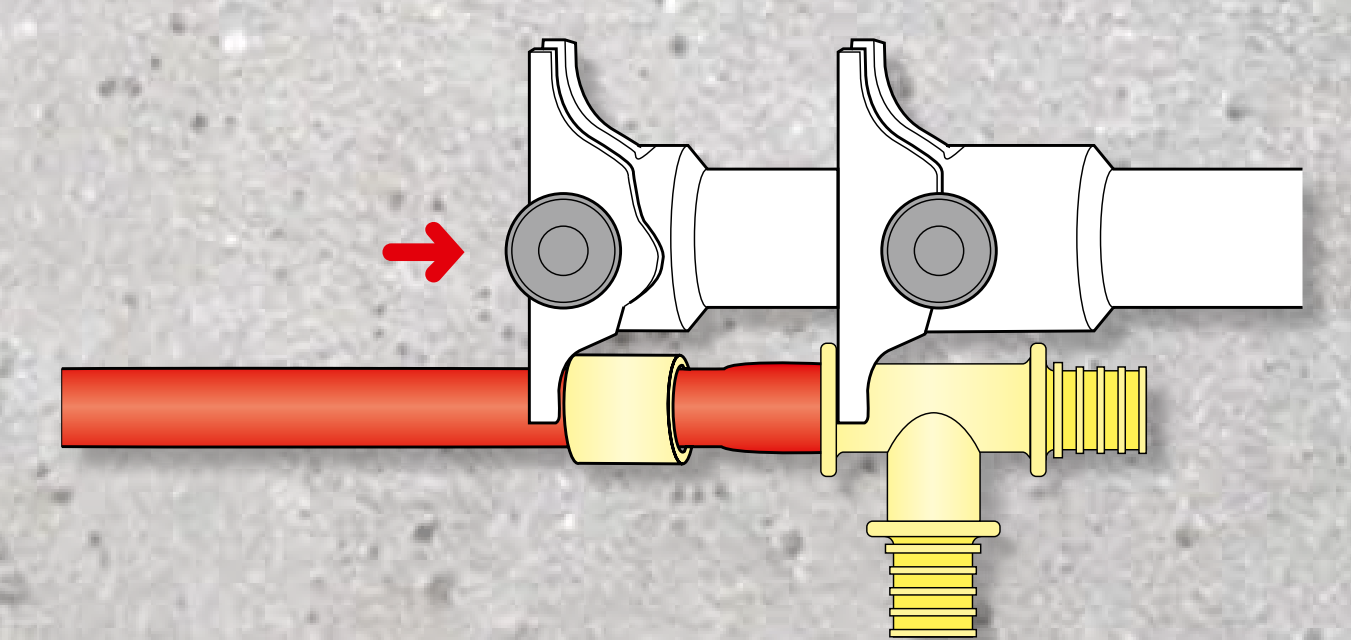


4

Aufweiten



Aufschieben



axiales Pressen

