

# Auslegung und Einbau von Heiz- und Kühldecken in der Praxis

30.01.2025

Dr. Roland Falk

Katharina Kreutel

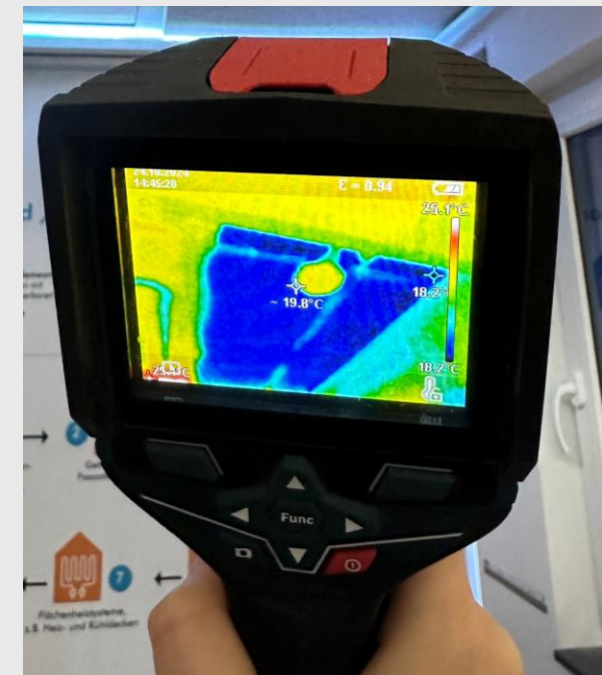
Karsten Weber



Kompetenzzentrum im  
**BRANCHENZENTRUM  
AUSBAU UND FASSADE**

# Flächenheiz- und Flächenkühlsysteme

- *Eine Klimadecke ist eine überwiegend mit Wärmestrahlung arbeitende Kühl- und Heizstrahldecke. Im Kühlfall wird die Temperatur der Deckenelemente einige Grad unter der Raumtemperatur abgesenkt – im Heizfall erhöht, um den thermischen Strahlungsaustausch zwischen Decke und der im Raum befindlichen Körpern in Gang zu bringen.*





- **Bauphysikalische Grundlagen**
- **Thermische Behaglichkeit**
- **Funktionsprinzip von Heizdecken und Kühldecken**
- **Warum Kühlung wichtiger wird**
- **Rohrleitungsmaterialien**
- **Verschiedene Systeme**
- **Montage**
- **Heizlastberechnung / Auslegung**
- **1. Fragenblock**
- **Praxisteil**
- **2. Fragenblock**
- **Vorstellung Übersichtstabelle mit Leistungswerten und Kosten**

# Grundlagen: Temperatur

- Die Temperatur ist die fühl- und messbare Größe, die zeigt, wie viel Wärmeenergie ein Stoff gespeichert hat. Nimmt ein Stoff Wärme auf, steigt die Temperatur, gibt ein Stoff Wärme ab, sinkt die Temperatur.
- Temperatureinheiten:
- Celsius (°C): Sie wird im üblichen Sprachgebrauch verwendet, um einen Temperaturpunkt zu bezeichnen.  
**Formelzeichen:  $\theta$**  (griechischer Buchstabe  $\theta$  steht für Theta)
- Kelvin (K): Wird für Temperaturdifferenzen verwendet. **Formelzeichen:  $\Delta T$**  ( $\Delta$  steht für Delta)

## Rechenbeispiele:

Vorlauftemperatur  $\theta_1$ : 15°C 16°C  
Rücklauftemperatur  $\theta_2$ : 17°C 19°C

**Spreizung.  $\Delta T$ : 2K 3K**

## Mittlere

Oberflächentemperatur  $\theta_a$ : 16°C 18°C  
Raumtemperatur  $\theta_{rmt}$ : 26°C 22°C

**Operative Temperatur\*  $\theta_{OP}$ : 21°C 20°C**

**\*Operative Temperatur = Empfindungstemperatur,  $\theta_{OP}=(\theta_a + \theta_{rmt})/2$**



# Grundlagen: Wärmetransport - Wärmeleitung

- Treten **innerhalb** eines Körpers **Temperaturdifferenzen** auf, so fließt Wärme durch Leitung. Die **Intensität** hängt hier im Wesentlichen von der Größe der **Temperaturdifferenz**, dem Material (**Wärmeleitfähigkeit** [W/m\*K]) und der **Materialdicke** ab.

Beispielwerte zur Wärmeleitung [ $\lambda$ ] in W/mK:

CU	390,0	Holz	0,175	Zum Beispiel gibt es im Trockenbau	
Alu	220,0	Wärmedämmputz	0,07	unterschiedliche Gipskartonplatten:	
Fe	71,0	Polystyrol	0,035	Normal	0,21 W/mK
Stahl	55,0	Wasser (20°C)	0,597	Klimaplatte	0,29 W/mK
Edelstahl	15,00	Luft	0,0262	Grafitplatte	0,52 W/mK



Der **Wärmestrom** fließt immer vom System mit **höherer** Temperatur zum System mit **niedriger** Temperatur

**Bei der Kühldecke beispielsweise erfolgt die Wärmeleitung von der „warmen“ Deckenoberfläche in Richtung der darin integrierten „kälteren“ Rohrleitung.**

**Bei der Heizdecke verhält es sich genau umgekehrt, die Wärme fließt von der nun mit warmem Wasser durchströmten Rohrleitung in Richtung der „kälteren“ Deckenoberfläche.**

# Grundlagen: Wärmetransport - Konvektion

- Konvektion bedeutet **Mitführung** von Wärme. Die konvektive Wärmeübertragung ist an ein **Trägermedium** (Fluide), wie z. B. Wasser oder Luft gebunden.
- Wird die Luft durch eine Wärmequelle (z. B. EDV-Geräte, Mensch, Kopierer usw.) erwärmt, so steigt diese nach oben (warme Luft ist leichter als kalte Luft) und transportiert die Wärme mit sich. Bei diesem natürlichen Vorgang spricht man von „freier Konvektion“. Konventionelle Heizkörper geben ca. 70 % ihrer Wärmeleistung über Konvektion ab.
- Bei Kühldecken wird die aufgenommene Wärme letztendlich durch das Kühlmedium (in unserem Fall stets Wasser) abgeführt. Dem Wasser wird durch eine **Pumpe** eine **Strömung** „aufgezwungen“, man spricht deshalb von „erzwungener Konvektion“.



# Grundlagen: Wärmetransport - Wärmestrahlung

- Wärmestrahlung ist die Übertragung innerer Energie durch elektromagnetische Wellen. Sie entsteht durch unsichtbare, infrarote Strahlen, die nur feste Körper erwärmen, also zum Beispiel den Boden und die Decke. Die Luft wird dabei nicht erwärmt. Die Strahlungswärme wird von den meisten Menschen als angenehm empfunden. Nicht nur die Sonne, sondern jeder Körper, der eine höhere Temperatur als seine Umgebung hat, gibt Wärme in Form von Strahlung an kältere Körper ab. Wärmestrahlen durchdringen – ohne eine merkliche Erwärmung – Luft, und zum Teil auch Glas.



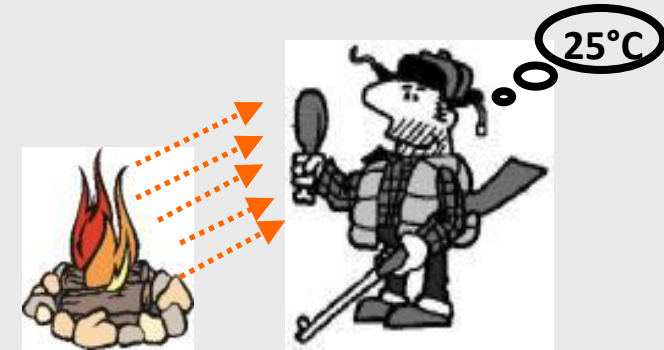
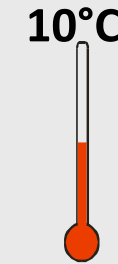
## Eigenschaften:

Wärmestrahlen, die auf helle, glänzende, spiegelnde Oberflächen treffen, werden stärker reflektiert als auf dunklen, matten Oberflächen. Die Strahlung geht so lange, bis die Körper die gleiche Temperatur haben. Im Gegensatz zu Konvektion wird Wärmestrahlung in **jede Richtung** abgegeben.

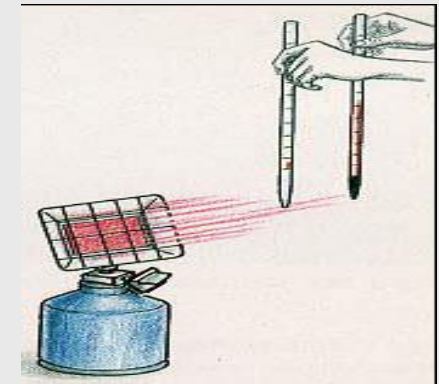


# Grundlagen: Wärmetransport - Wärmestrahlung

- **Beispiele für Strahlung:** Sonne, Infrarotlampen, Glühlampen, ca. 30 % der Wärmeübertragung konventioneller Heizkörper.
- Punktstrahler – Flächenstrahler
- Empfundene Temperatur?  
Operative Temperatur
- Von welchen Kriterien hängt ab, wie stark ein Körper abstrahlt bzw. Wärmestrahlung aufnimmt?



Von der Temperatur der im Strahlungsaustausch stehenden Körper und der Oberfläche bezüglich der jeweiligen Reflexionsfähigkeit



**Emissionsgrad ( $\epsilon$ ):** liegt zwischen 0 und 1 (1= 100% Emission)  
**Oberflächenbeschaffenheit**



# Wärmetransport in EPS

Wärmeübergang  
innen  
 $R_{si}$

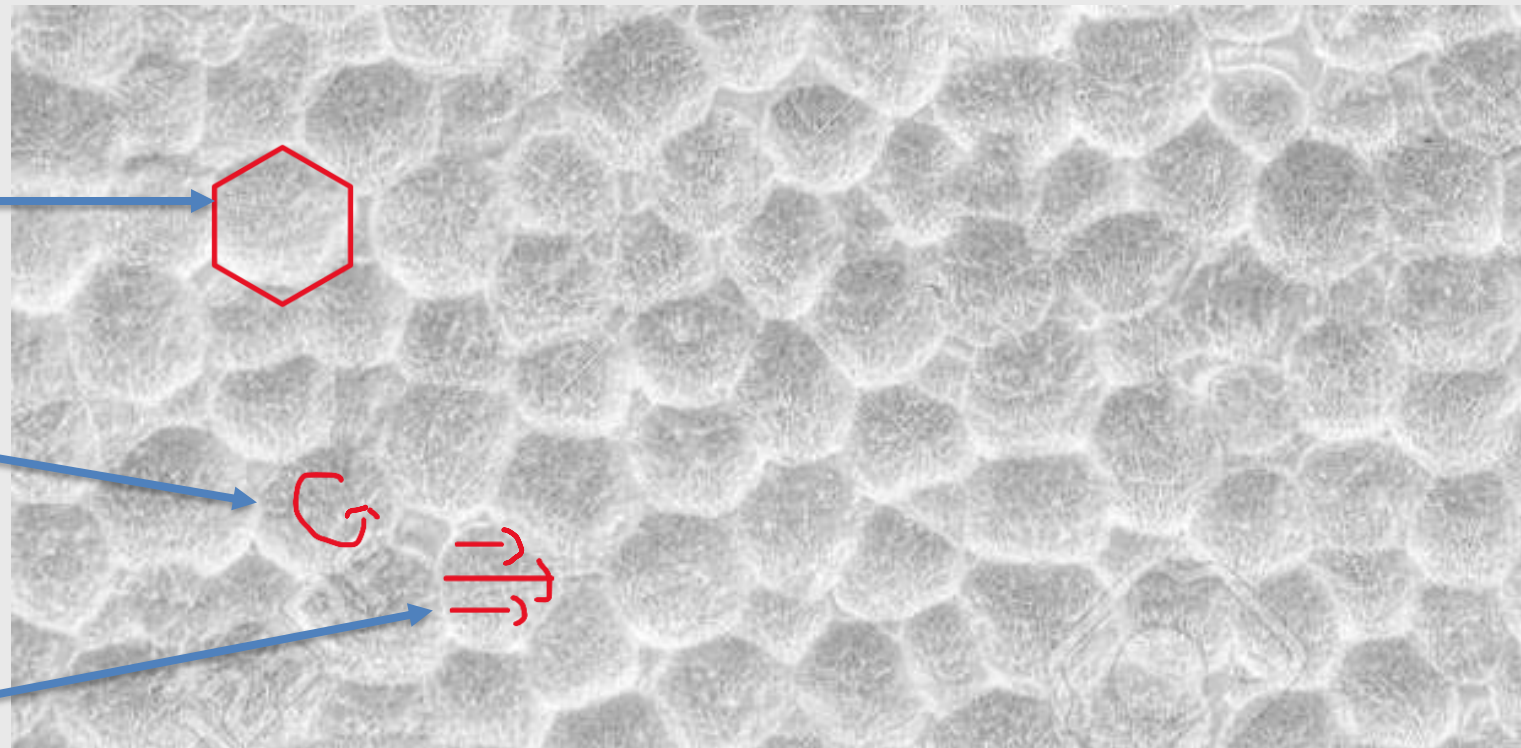
Wärmedurchgang  
 $d/\lambda$

Wärmeübergang  
außen  
 $R_{se}$

Wärmeleitung  
über die  
Zellwände

Konvektion  
in der Zelle

Strahlung von  
Zellwand zu  
Zellwand und  
hindurch



# Grundlagen: Thermische Behaglichkeit

- Es beschreibt das menschliche Wohlbefinden in Abhängigkeit der Wärme
- Die wichtigsten Faktoren sind:
  - Lufttemperatur
  - Mittlere Strahlungstemperatur
  - Strahlungssymmetrien bzw. –asymmetrien
  - Luftbewegung
  - Luftfeuchte

**Da der Mensch mit 37°C Körpertemperatur wärmer als seine Umgebungstemperatur ist, gibt er Wärme ab.**

**Im Idealfall, bei dem sowohl Luft- als auch Strahlungstemperatur 20°C betragen, geschieht dies wie folgt:**

- Strahlung auf umliegende Flächen ca. 50 %,
- Konvektion an die Raumluft ca. 25 %,
- Verdunsten von Feuchtigkeit auf der Hautoberfläche ca. 25 %.

⇒ die Hälfte der Körperwärme geht über Wärmestrahlung an kühlere Umgebungsflächen

# Grundlagen: Empfindungstemperatur

- EN ISO – Norm 7730 Behaglichkeitsnorm

**Empfindungstemperatur =  $\frac{1}{2}$  (Raumlufttemperatur + mittlere  
Oberflächentemperatur)**

**Faustformel:**

**Raumlufttemperatur + Oberflächentemperatur = Körpertemperatur (37 °C)**

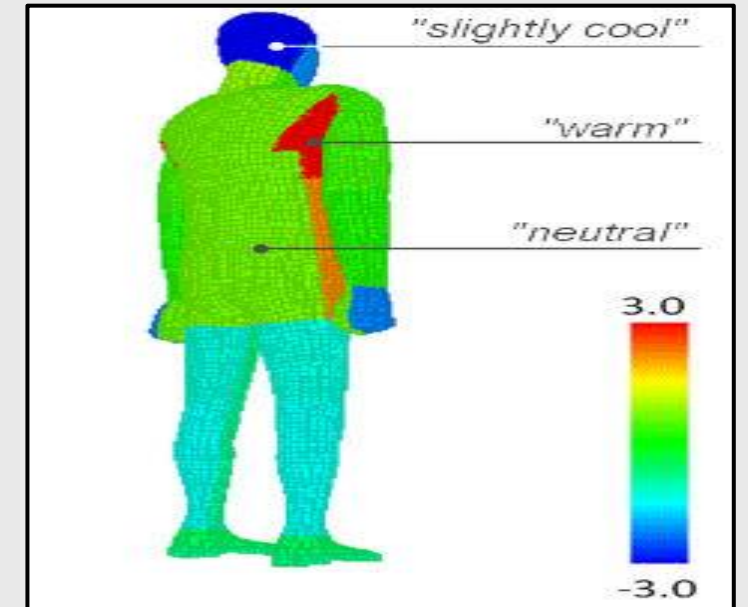
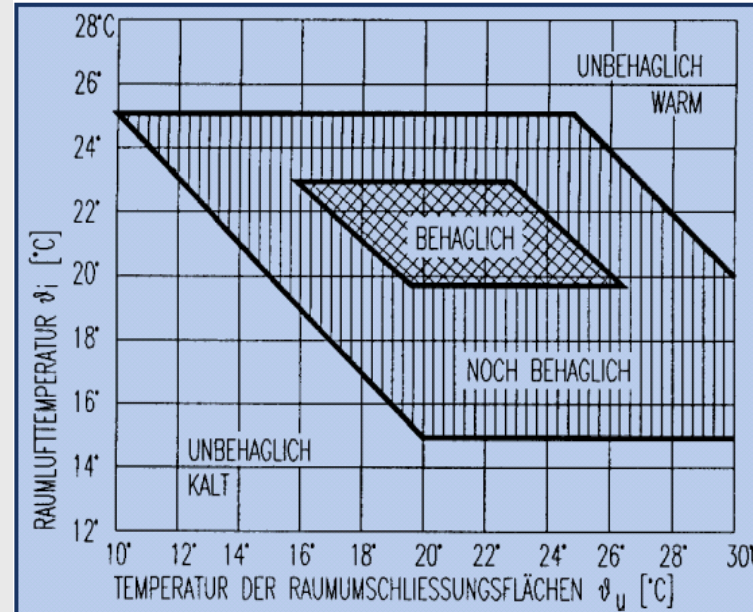
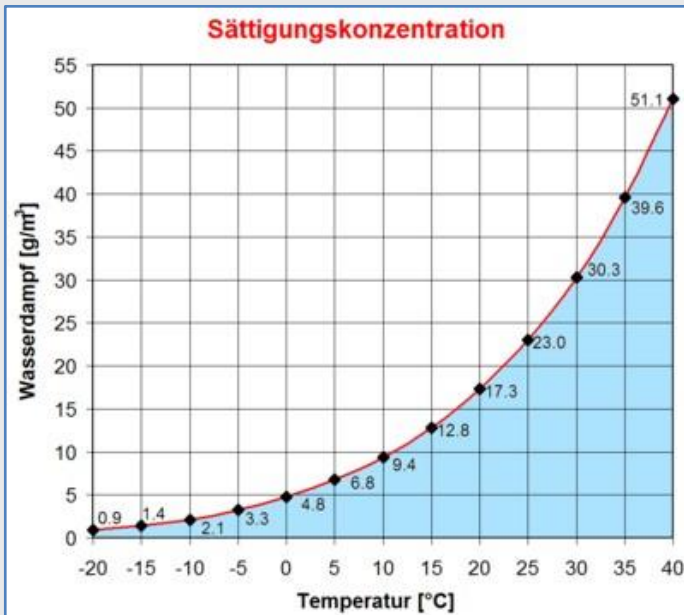
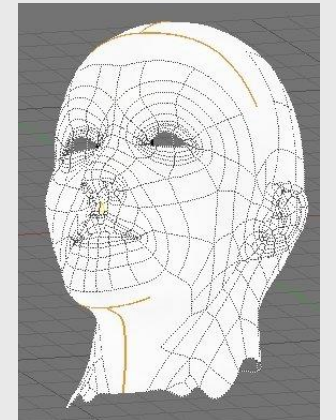
Nur die Lufttemperatur zu messen, reicht nicht aus, um eine Behaglichkeit zu beschreiben

Globe-Thermometer bestimmt die Empfindungstemperatur



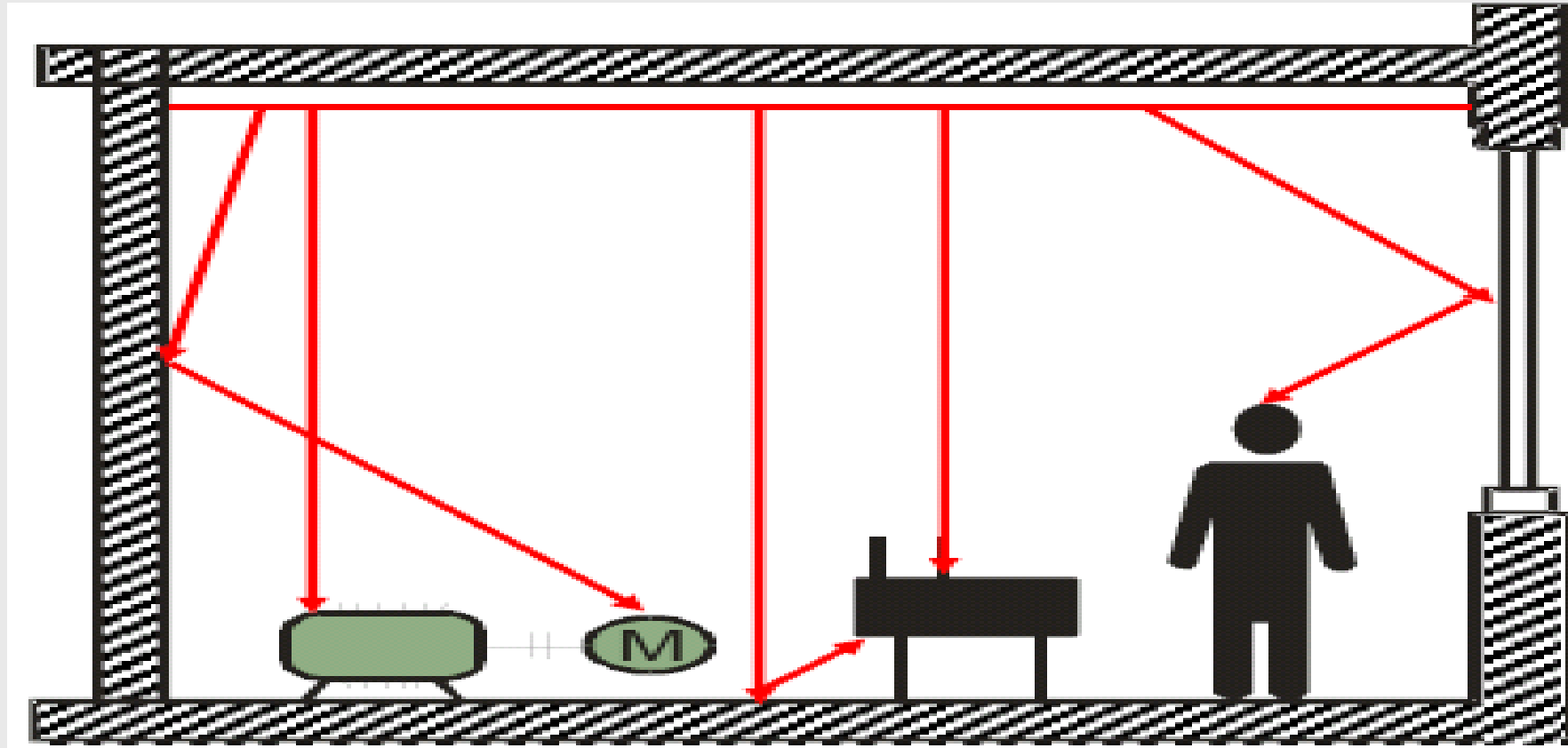
# Behaglichkeit ein paar Fragen

- Kältestrahlung gibt es das?
- Wie wirken kalte nicht gedämmte Wände?
- Warum sind die Heizkörper unter dem Fenster?
- Woher kommt das Sprichwort einen **kühlen Kopf bewahren**?
- Warum war die Betonkernaktivierung in den 70'er Jahren schlecht?



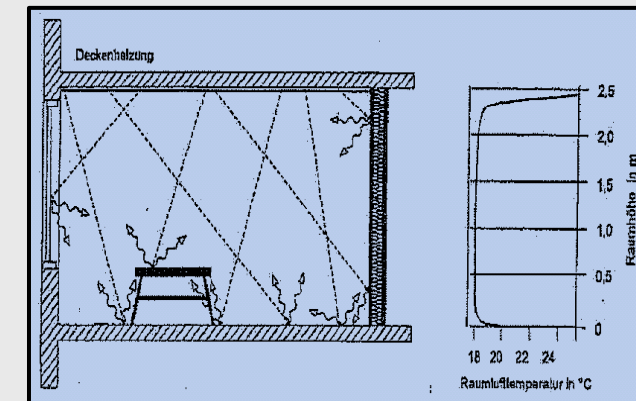
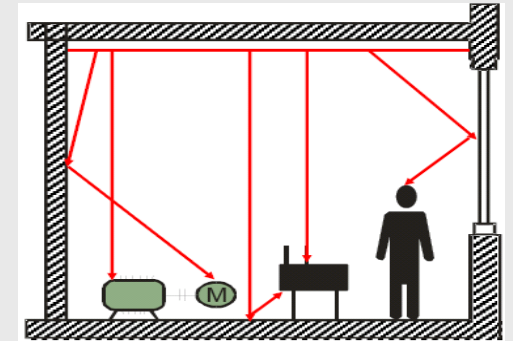


# Funktionsprinzip Flächenheizung an der Decke

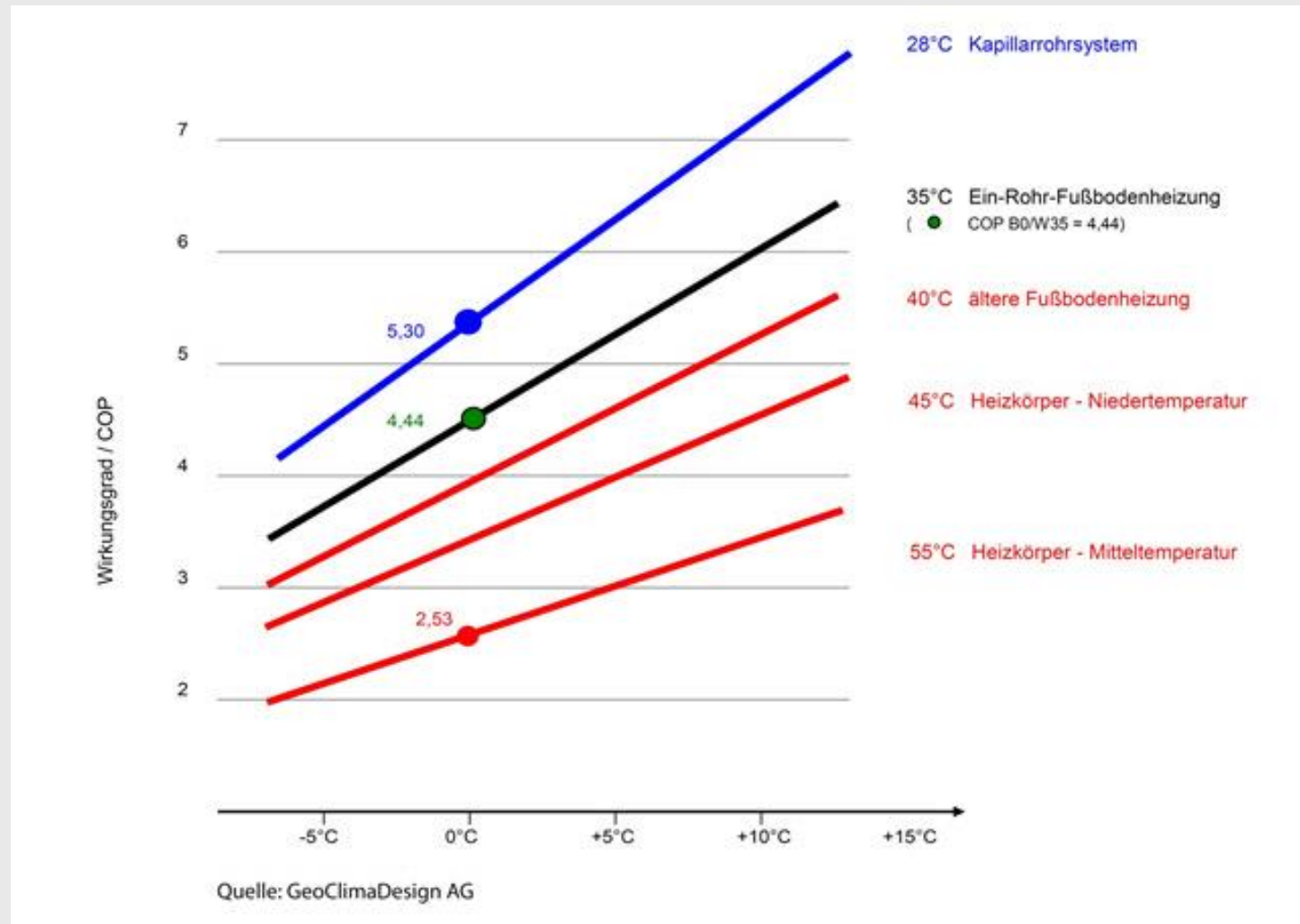


# Vorteile Flächenheizung an der Decke

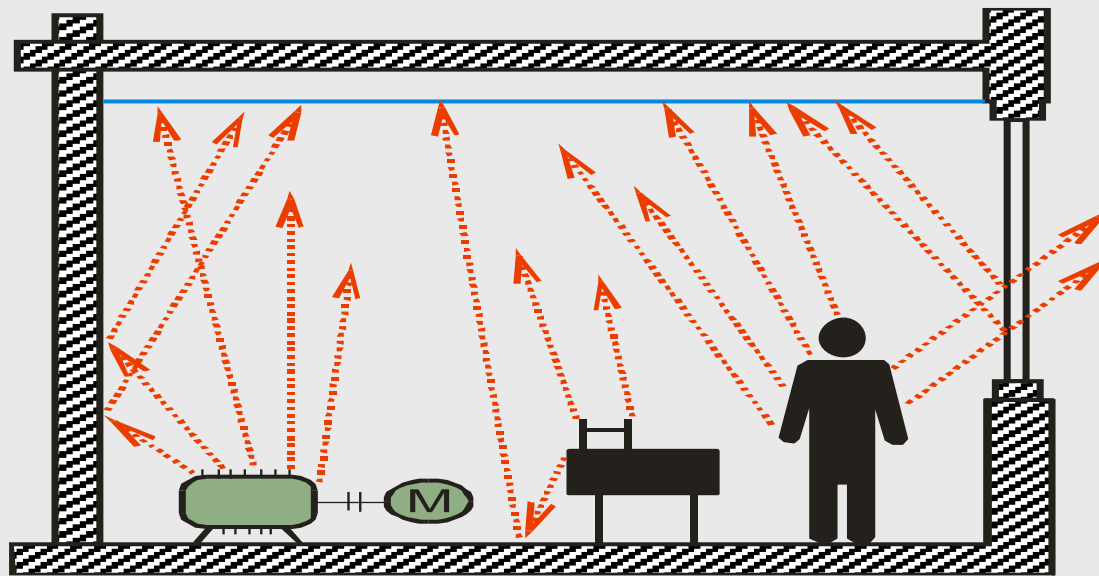
- Niedrige Vorlauftemperatur Ideal für Wärmepumpe
- Keine Konvektion
- Gleichmäßige Wärmeverteilung im Raum
- Weniger Staub und Dreck
- Geringere Lufttemperatur bei besserer Behaglichkeit
- Effizientere Energieübertragung durch Strahlung
- Gesundere Raumluft durch geringere Temperatur
- Geringeres Schimmelrisiko
- Kein Platz für Heizkörper
- Decke wird nicht zugestellt
- Geringe Vorlauftemperatur – günstig für Wärmepumpe



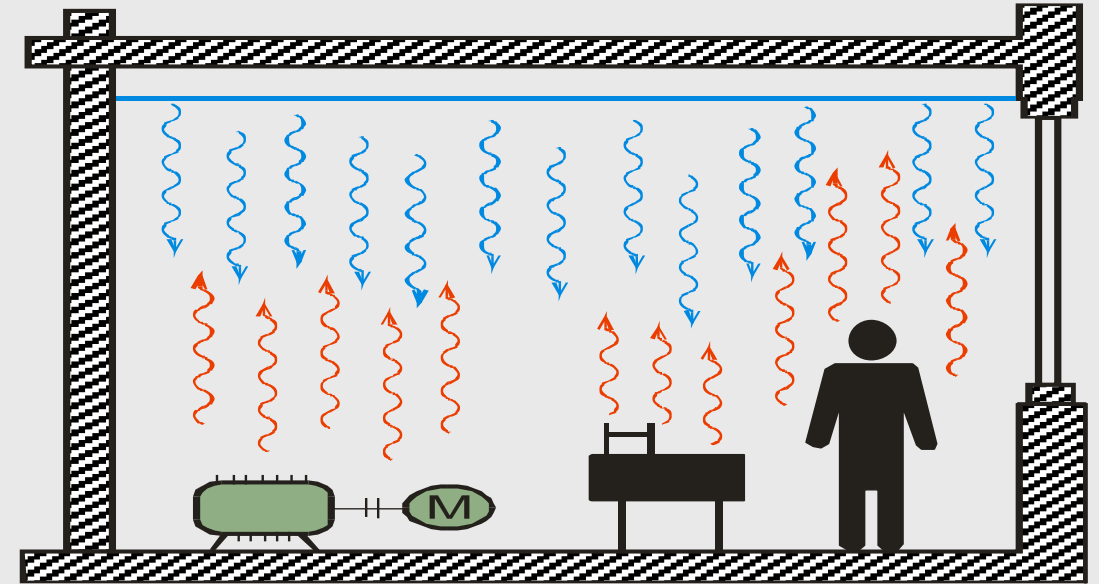
# Wirkungsgrad der Wärmepumpe bei verschiedenen Wärmeabgabesystemen am Beispiel 32 kW Sole Wasser Wärmepumpe



# Funktionsprinzip Flächenkühlung an der Decke



**Wärmestrahlung**

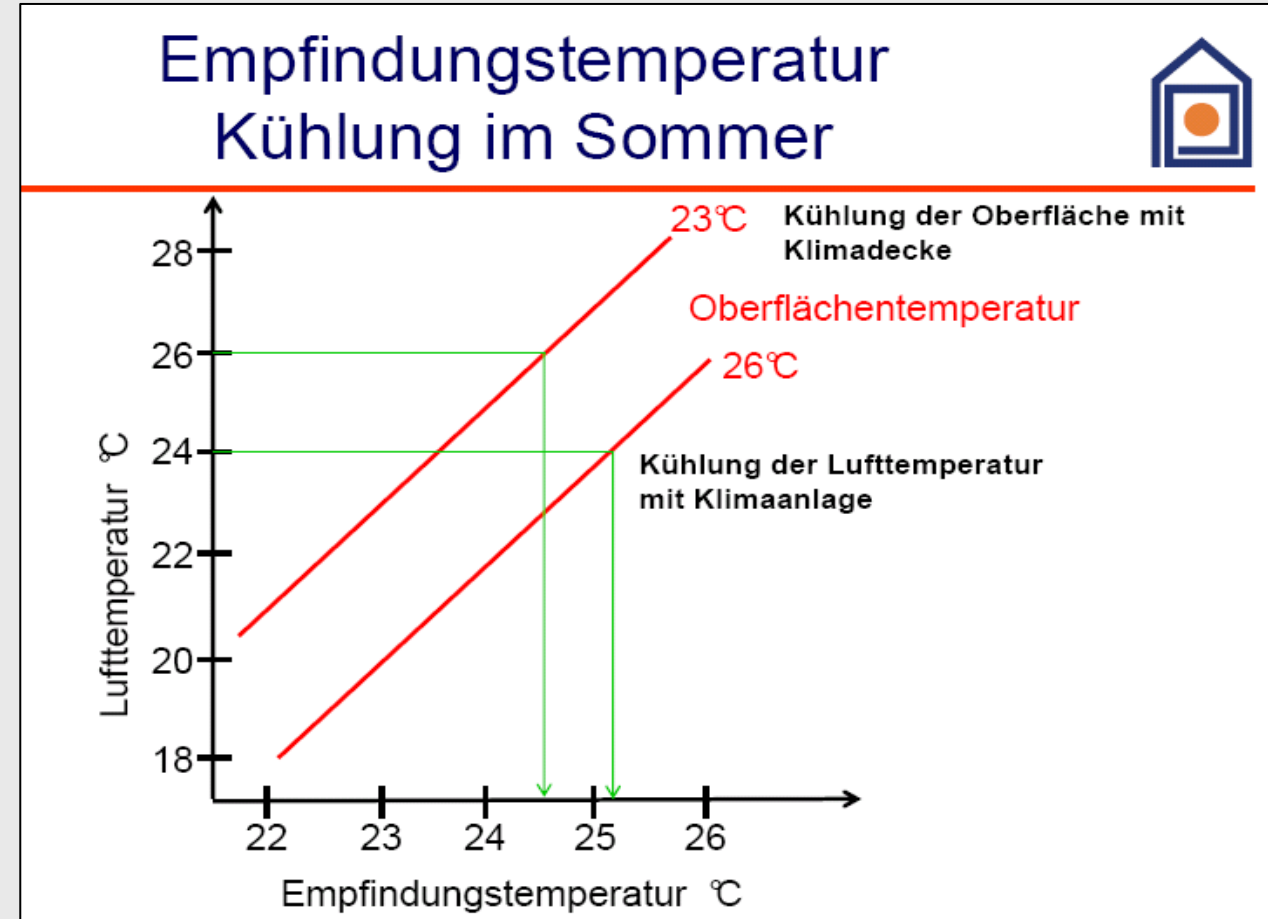
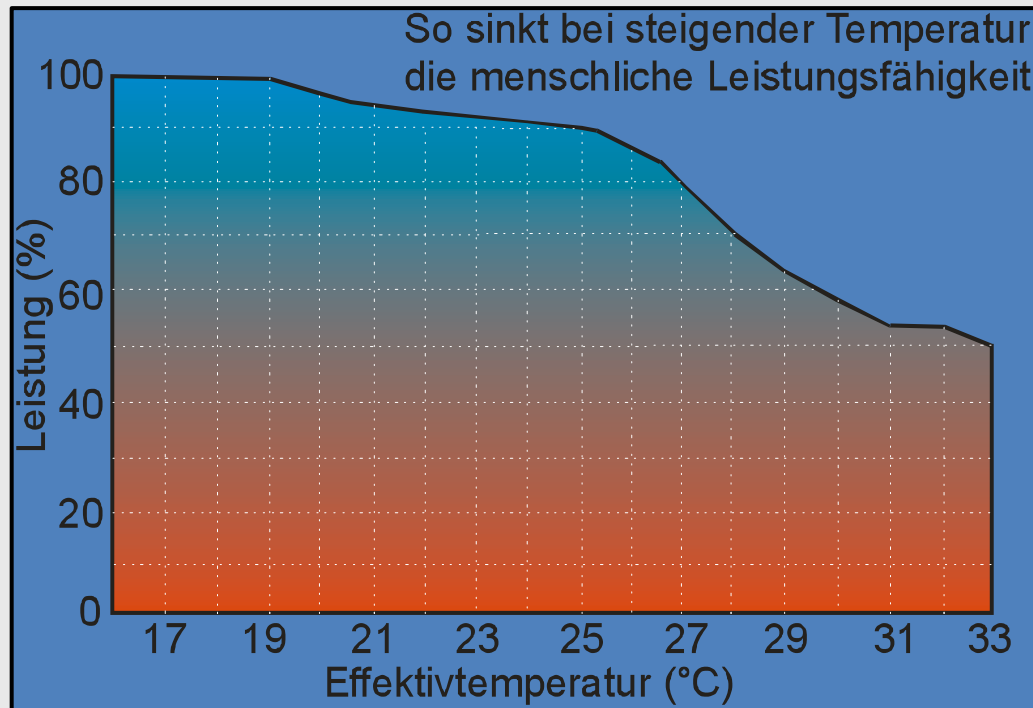


**Konvektion**



# Warum Kühlung immer wichtiger wird

- Wohlbefinden
- Minderung der Leistungsfähigkeit
- Klimaveränderung



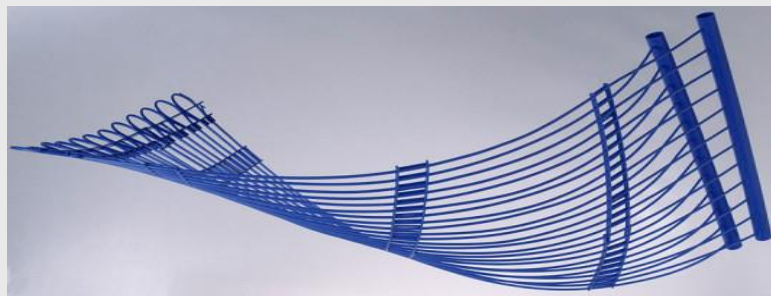
Als Rohrleitungen werden Kunststoff-, Kupfer- Kunststoff-Metall-Verbundrohre verwendet.

## ■ Kunststoffrohre

- korrosionsfrei
- hohe chemische Beständigkeit
- leichte Verarbeitbarkeit
- ökologisch unbedenklich

**Reine Kunststoffrohre sind häufig nicht sauerstoffdicht ⇒ Korrosion ⇒ Systemtrennung**

Die Konstruktion der Kapillarrohrmatte hat als Vorbild die von der Natur geschaffenen Netzwerke aus feinen Adern. Üblich ist die Herstellung aus Polypropylen und daher sauerstoffdiffusionsoffen.



Kapillarrohrmatte

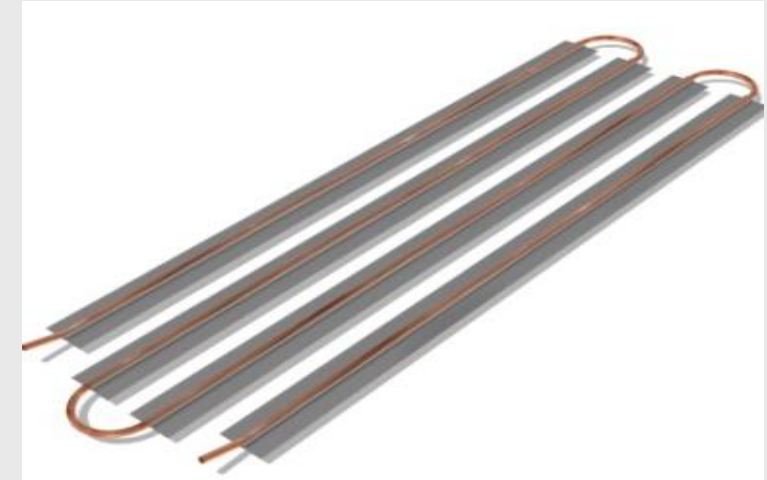


Schlauchsystem

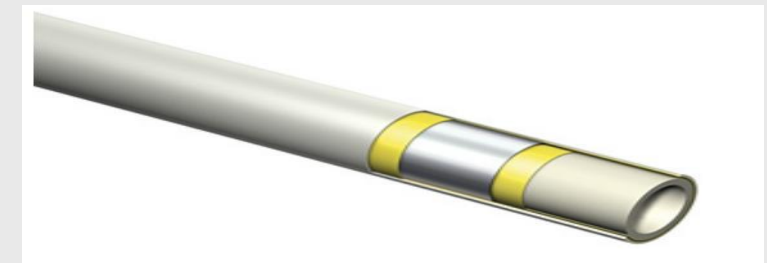
# Rohrleitungsmaterialien

## ■ Kupferrohre

- höchste Wärmeleitfähigkeit
- sauerstoffdicht
- 100% recycelbar
- Anti-Oxidations-Schicht, bei Kalk- oder Kalk-Zement-Putz oder bei direkter Einbettung in Zement- oder Calciumsulfat-Estrichen.



**Kupferrohrregister (Mäander)**



**Verbundrohr**

## ■ Mehrschichtverbundrohre

- Verbund eines Kunststoffbasisrohres mit einer Metall-Lage aus z.B. Aluminium
- Hohe Biegsamkeit/Flexibilität,
- Hohe Korrosionsbeständigkeit
- Leichte Verarbeitbarkeit
- Geringe thermische Längenausdehnung,
- Höhere Druckfestigkeit und Sauerstoffdichtheit

- **Es gibt inzwischen eine Vielzahl an Systemanbietern**
- **Herstellervorgaben beachten – auch was die Verträglichkeit mit Putzen anbelangt**
- **Trockenbausysteme**
  - Eingefräst in unterschiedliche Plattenwerkstoffe
  - Metallprofile zur Aufnahme der Rohre und als Unterkonstruktion für die Plattenwerkstoffe
  - Aufgelegt auf Plattensysteme
- **Naßputz**
  - Eingeputzte Systeme
- **Rohrverbinder**
  - Steckverbinder
  - Pressfittings
  - Schweißen / Kleben
    - Druck im System ist gering ca, 1- 1,5 bar – je nach Temperatur kann er auf 2 bar ansteigen
- **Regelkreisverteiler**
  - Schnittstelle zwischen den Gewerken
  - Hydraulischer Abgleich – zukünftig immer mehr elektronisch geregelt



# Multifunktionsregelgruppe

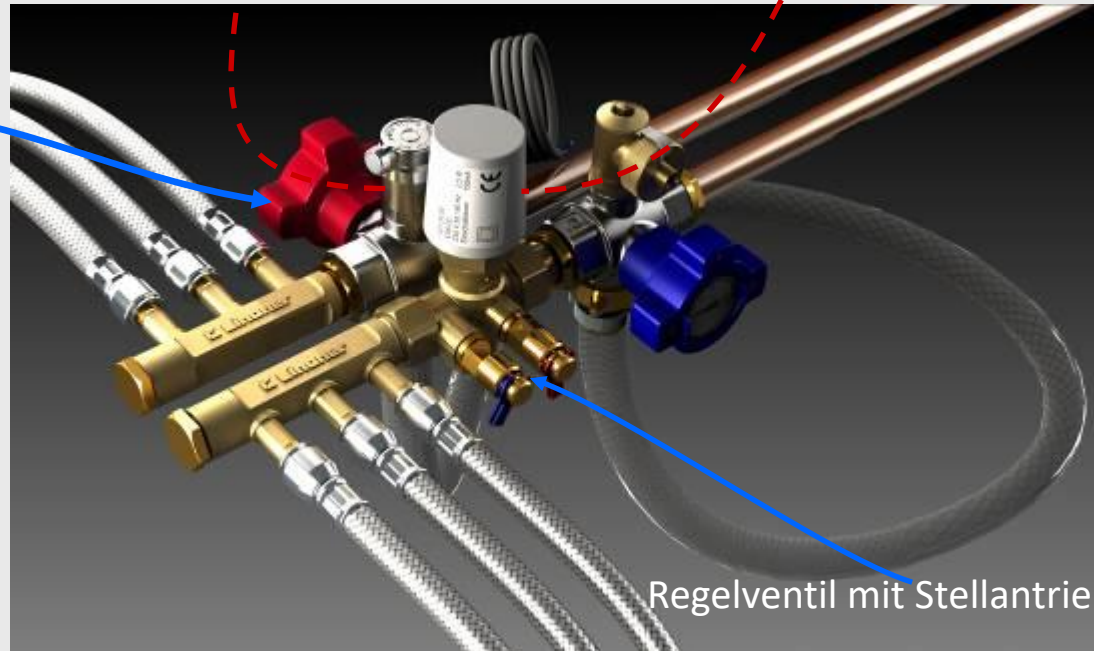
Taupunktfühler



Raumregler



Vierwegearmatur



Systemverteiler

Regelventil mit Stellantrieb

# Auslegung Heizlast



- **Randbedingungen**
  - Grundfläche 100m<sup>2</sup> - Raumhöhe 2,5m – Hüllfläche 300m<sup>2</sup> Raumvolumen 250m<sup>3</sup>
  - Temperaturdifferenz -10 Außentemperatur 20 Raumtemperatur = 30 Kelvin
  - Lüftungsrate: 0,5 /h bei 0,34 Wh/m<sup>3</sup>K
  - Unterschiedliche mittlere U-Werte von 0,3 bis 0,6

Ht' mittlerer U-Wert	Transmissions- verlust in kW	Lüftungs- verlust in kW	Gesamtwärme- verlust in kW	Heizleistung je m <sup>2</sup> in Watt
0,3	2,7	1,53	4,23	42
0,4	3,6	1,53	5,13	51
0,5	4,5	1,53	6,03	60
0,6	5,4	1,53	6,93	69



- **Wärmepumpen entwickeln sich weiter**
  - Kältekreislauf wird optimiert und bleibt geschlossen
  - Wie kommt die Energie zur Wärmepumpe
  - Wie kommt die Energie ins Gebäude
- **Flächensysteme selbst sind Wartungsfrei**
- **Wie werden die Systeme in Zukunft eingebaut?**
- **Wo wird die Wärmepumpe aufgestellt?**
- **Wie erfolgt der Anschluss?**

**Wir brauchen vernetzte Zusammenarbeit in der  
Entwicklung, Planung und Montage**



# Und nun ab in die Praxis





# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

■ [roland.falk@bz-af.de](mailto:roland.falk@bz-af.de)

