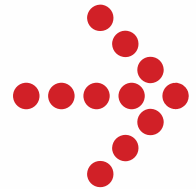


Praxis der Flächenkühlung

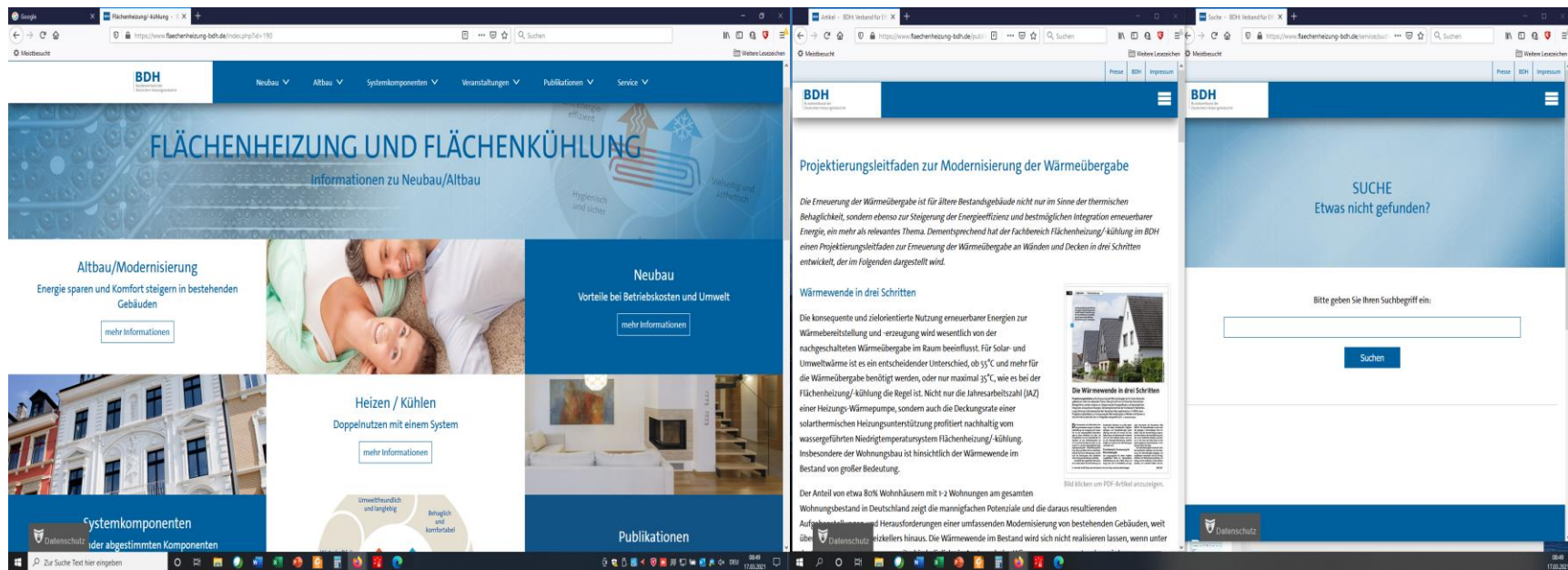
Frank Hartmann (BDH) im Dialog mit: Sven Petersen (Uponor)

Mittwoch, 19.06.2024 – 17.00 Uhr



BDH
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie

Der Fachbereich Flächenheizung/-kühlung im BDH



Die Mitgliedsunternehmen des Fachbereichs finden Sie auf unserer Website <https://www.flaechenheizung-bdh.de/system/hersteller-flaechenheizung-und-flaechenkuehlung-deutschland> und am Ende dieser Präsentation.

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/>

Praxis der Flächenkühlung

Einleitung – „Flächenkühlung in Wohngebäuden“

- Vorstellung des Dialogpartners

Themenblock 1 – Ausgangslage

- Warum Kühlung?
- Kühlleistungen oder „Was ist Ankuhlung? Was ist Vollkuhlung?“
- Behaglichkeit der Kühlung

Themenblock 2 – Umsetzung

- Verlegehinweise für die Fußbodenkühlung
- Regelung der Fußbodenkühlung

Themenblock 3 – Fazit

- Fazit und Chat

Im Dialog (1)

Praxis der Flächenkühlung

Mit Sven Petersen

uponor

+GF+



Themenblock 1 – Ausgangslage

- Warum Kühlung?
- Kühlleistungen oder „Was ist Anköhlung? Was ist Vollkühlung?“
- Behaglichkeit der Kühlung

Legionellentote und die Dunkelziffer!

Robert Koch Institut (2007):
700.000 Lungenentzündung
bei 3,8 % der Erkrankungen waren
Legionellen die Erreger

= ca. 26.500 Infektionen/Jahr

Sterblichkeitsrate 15%

= ca. 4.000 Tote

Zum Vergleich:
2562 Verkehrstote in 2021

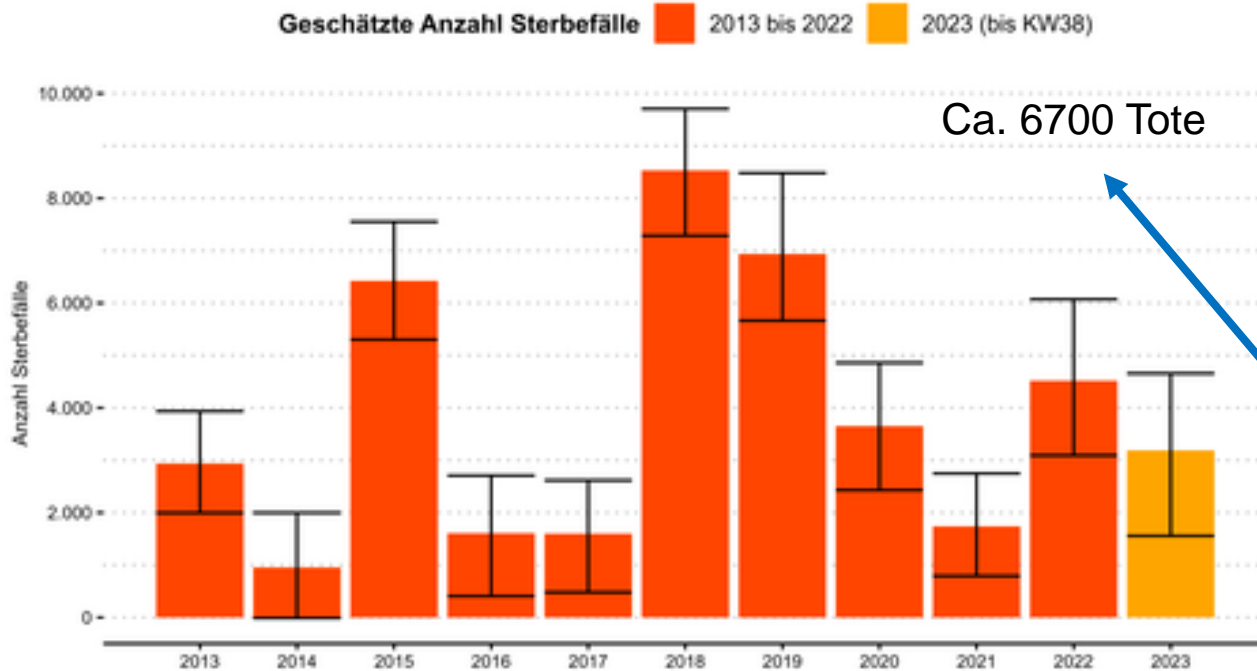
Zwischen 2010 und 2020 wurden nur wenige
große Ausbrüche registriert, das Gros
bestand aus sporadischen Fällen.

Unter den 198 Fällen, die 2020 im privaten/
beruflichen Umfeld erworben wurden und
bei denen Angaben zur
Untersuchungspflicht der häuslichen TWI
nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV)
vorlagen, waren 139 (70%) nicht
untersuchungspflichtig (vor allem
Einfamilienhäuser) und 59 (30%)
untersuchungspflichtig.

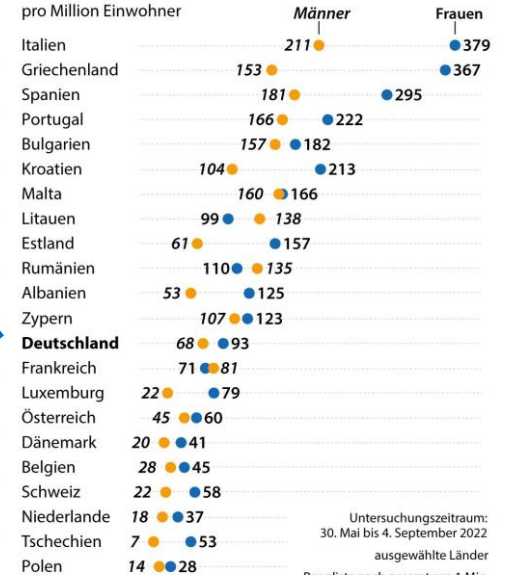
Warum Kühlung?



Hitzetote in Deutschland



Hitzetote in Europa 2022



dpa-105868

Quelle: Nature (Juli 2023)

Übersterblichkeit

Denn Hitze als direkte Todesursache, etwa bei einem Hitzschlag oder einem Sonnenstich, wird eher selten angegeben - hierzulande in durchschnittlich nur 19 Fällen pro Jahr, wie das Statistische Bundesamt (DESTATIS) kürzlich mitteilte.

Hitzebezogene Übersterblichkeit

Deshalb sind Mediziner und Statistiker auf die Auswertung von Todesfällen und den Vergleich zwischen heißen und weniger heißen Sommern angewiesen. Sterben in Wochen mit hohen Temperaturen mehr Menschen als in vergleichbaren Wochen in anderen Jahren, dann wird diese Übersterblichkeit als hitzebezogen angenommen. Zwar sind die meisten Hitzetoten an einer Vorerkrankung gestorben, doch die Hitze hat den Körper zusätzlich belastet.

Konsequenzen

- ➔ Die Meteorologen von Donnerwetter.de schätzen, dass die aktuelle Hitzewelle Ursache für 3000 bis 4000 Todesfälle sein wird. Dabei haben die Experten festgestellt, dass nicht die hohen Außentemperaturen, sondern die steigenden Temperaturen in den Innenräumen das Problem sind. Aktuell übliche Innenraumtemperaturen von 28 bis 29 Grad führen danach zu einer Verdreifachung der Sterberaten von Menschen über 65 Jahren. Statt durchschnittlich 10, sterben in dieser Zeit etwa 25-30 Menschen pro Tag!
- ➔ Auch ältere Arbeitnehmer am Arbeitsplatz sind durch **steigende Innenraumtemperaturen** besonders gefährdet.

aus 2006, Quelle: Juracity

Ansonsten:

- https://www.anwalt.de/rechtstipps/wenn-es-in-der-wohnung-zu-heiss-wird_047087.html
- GEG + DIN 4108-3 – Sommerlicher Wärmeschutz
- ASR

Unerträgliche Sommerhitze im Dachgeschoss?

Anzeige



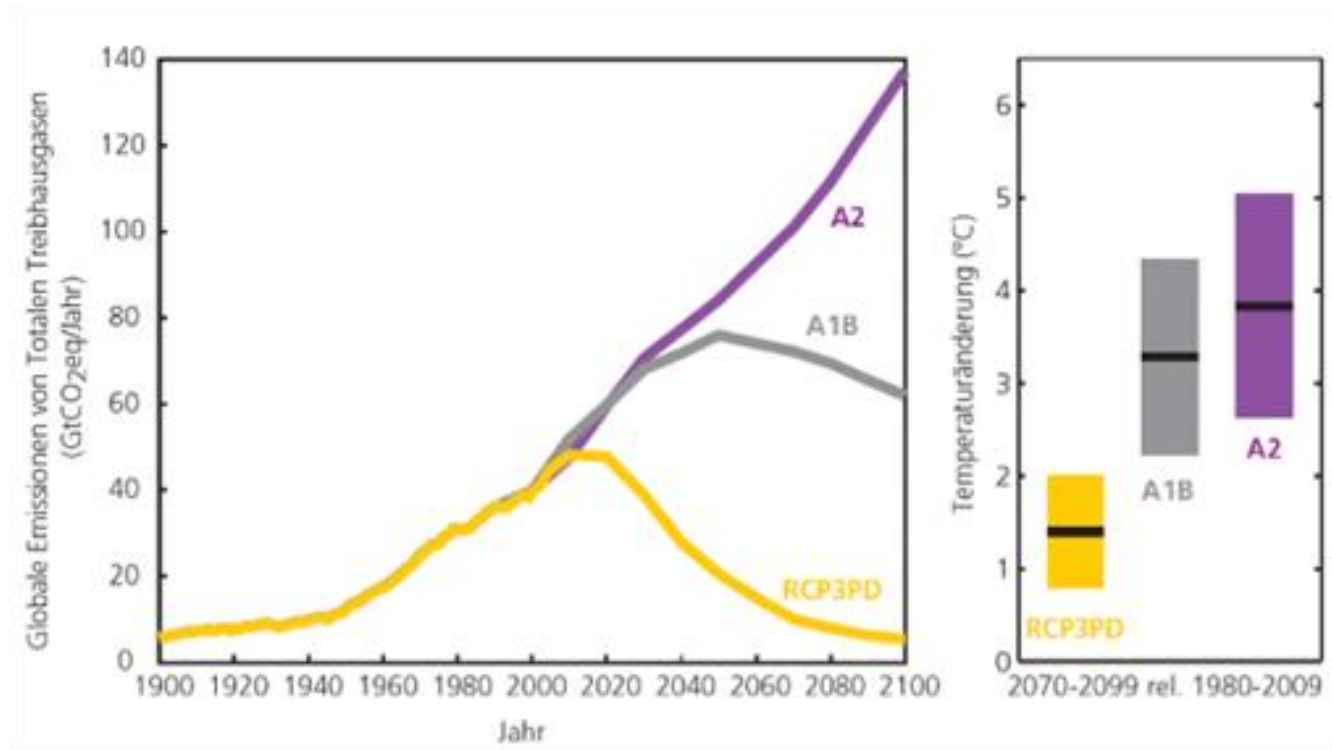
Geringe Luftzirkulation und direkte Sonneneinstrahlung verwandeln das Dachgeschoss in den Sommermonaten in einen Backofen. Zum Glück gibt es Möglichkeiten, die Hitze zu reduzieren.

Distributed by **contentfly**

Mehr erfahren

- Leider von Velux und nicht von Uponor 😊

Klimaentwicklung Schweiz



Quelle: junge Grüne Schweiz, Grundlage: Szenarien zur Klimaänderung in der Schweiz CH2011

Konsequenzen ROGEK

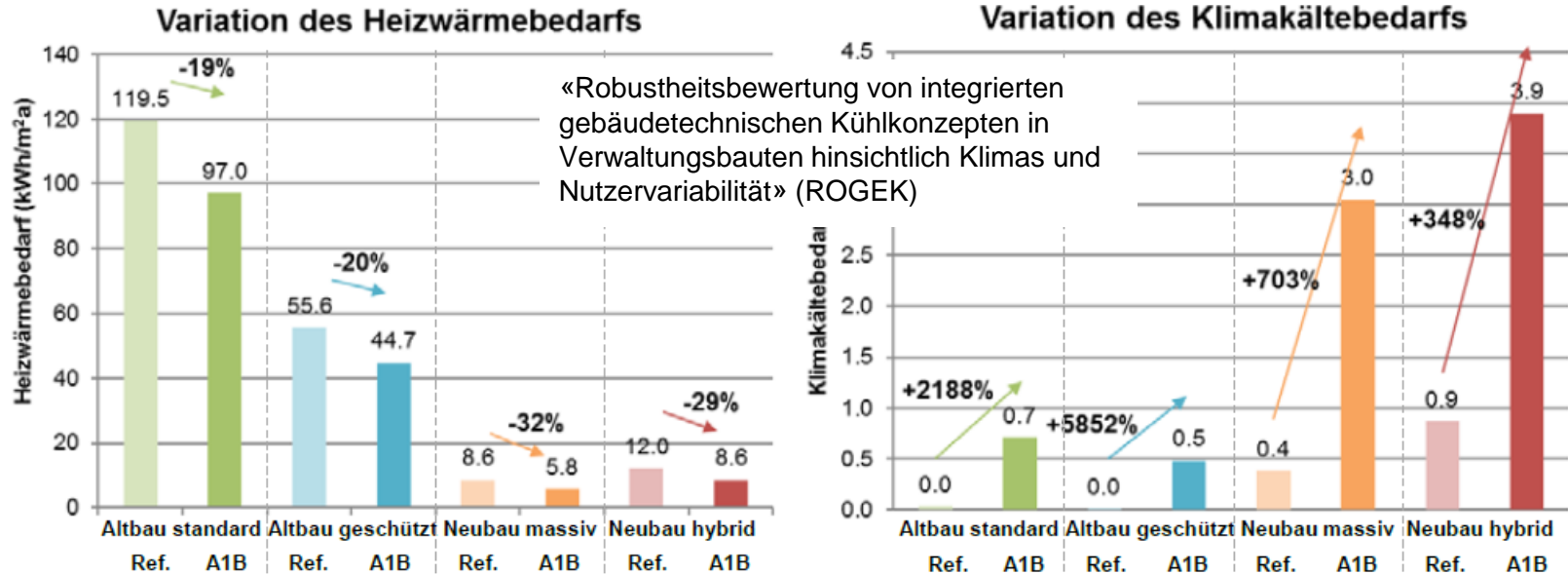


Abbildung B (54 und 55): Jährliche Medianwerte zu Heizwärme- und Klimakältebedarf der vier Fallstudien in der Referenzperiode „1995“ (1980-2009) und der Periode „2060“ (2045-2074) am Standort Basel. Die Prozentzahlen geben die auf den Klimawandel zurückführbare Veränderung an. Quelle: ROGEK

Erkenntnisse ROGEK

2063 (Medianjahr)

- Erhöhung der mittleren empfundenen Temperatur um 3.3°C gegenüber dem Referenzmedianjahr 2004.
- Der Mittelwert der Anzahl der Überhitzungsstunden erhöht sich von 47 auf mehr als 250 Stunden.

2068 (Extremjahr)

- Die mittlere Temperatur steigt in einer durchschnittlichen Zone um 6.9°C und die Anzahl der Überhitzungsstunden erhöht sich auf 1.054.

Wärmeinsel (Basel)

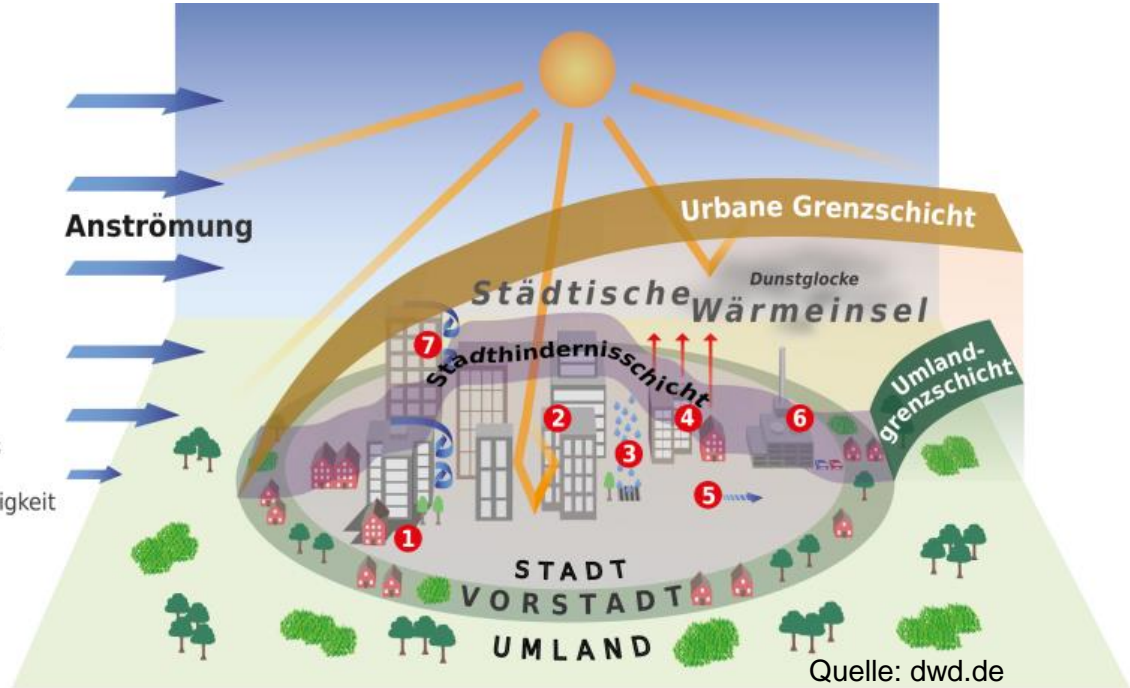
- Die maximale empfundene Temperatur erhöht sich beim „Neubau massiv“ in den Jahren 2063 und 2068 um weitere 2.5°C

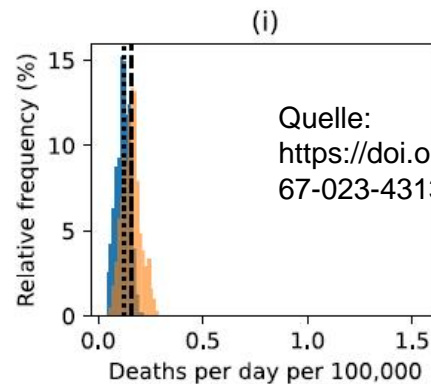
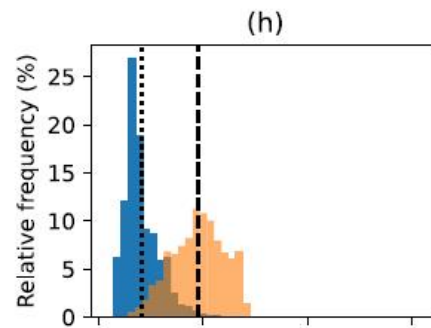
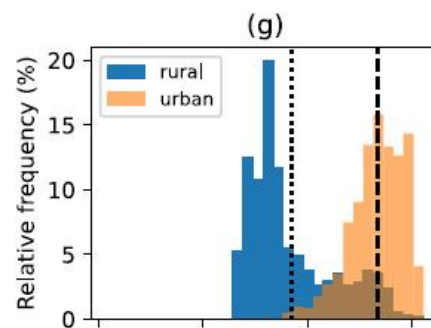
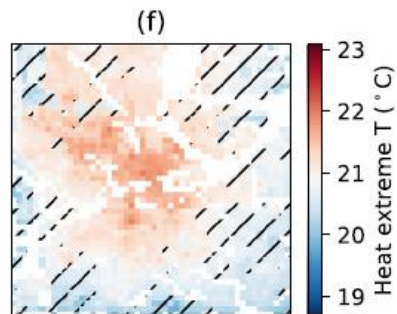
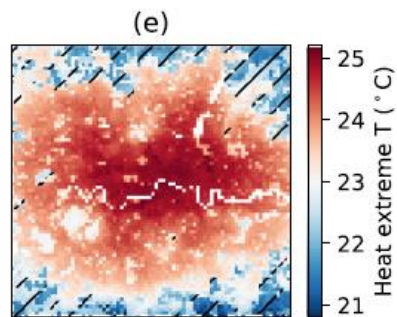
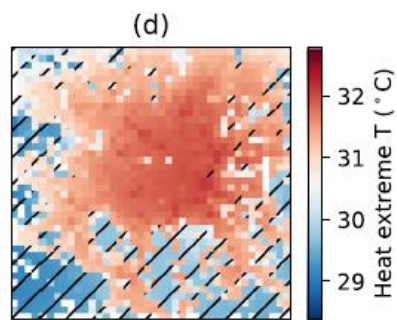
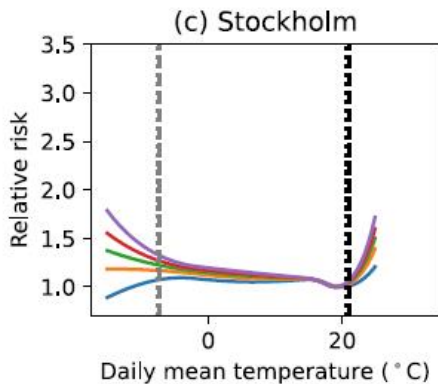
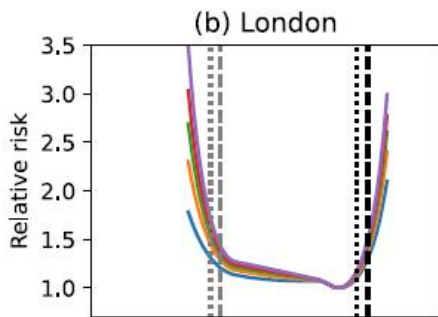
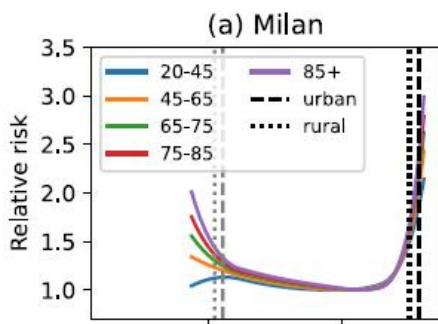
Quelle: ROGEK

Wärmeinsel



- 1 Abschattung
- 2 Erhöhte Energieabsorption
- 3 Reduzierte Verdunstung
- 4 Anthropogener Wärmefluss
- 5 Reduzierte Windgeschwindigkeit
- 6 Emissionen
- 7 Erhöhte Turbulenz





Quelle:
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-43135-z>

**Welche Temperatur sollte
eingehalten werden?**

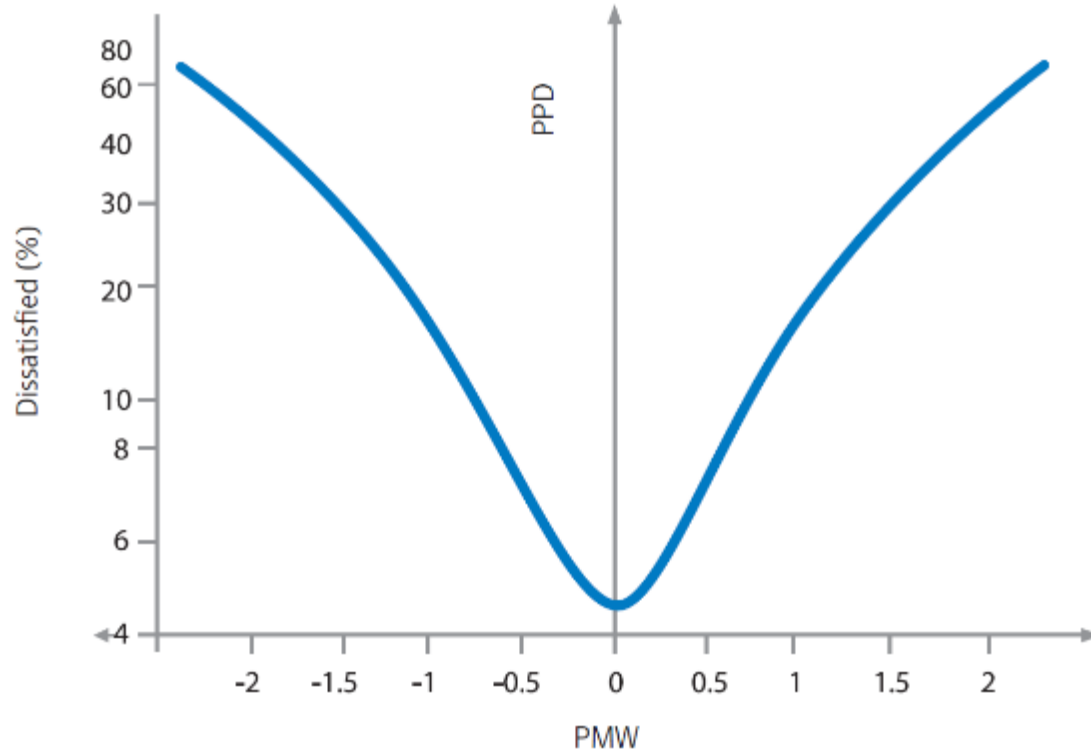
Ankühlung und Vollkühlung

Die **Ankühlung** ist die Kühlleistung, die sich aus der Auslegung nach der Heizlast ergibt. Das heißt die Priorität der Auslegung dieser Anlage liegt im Heizbetrieb und die Ankühlung ist ein Nebeneffekt, der in Wohngebäuden oft schon ausreicht, um auch an heißen Sommertagen für **thermische Behaglichkeit** in Wohnräumen zu sorgen.

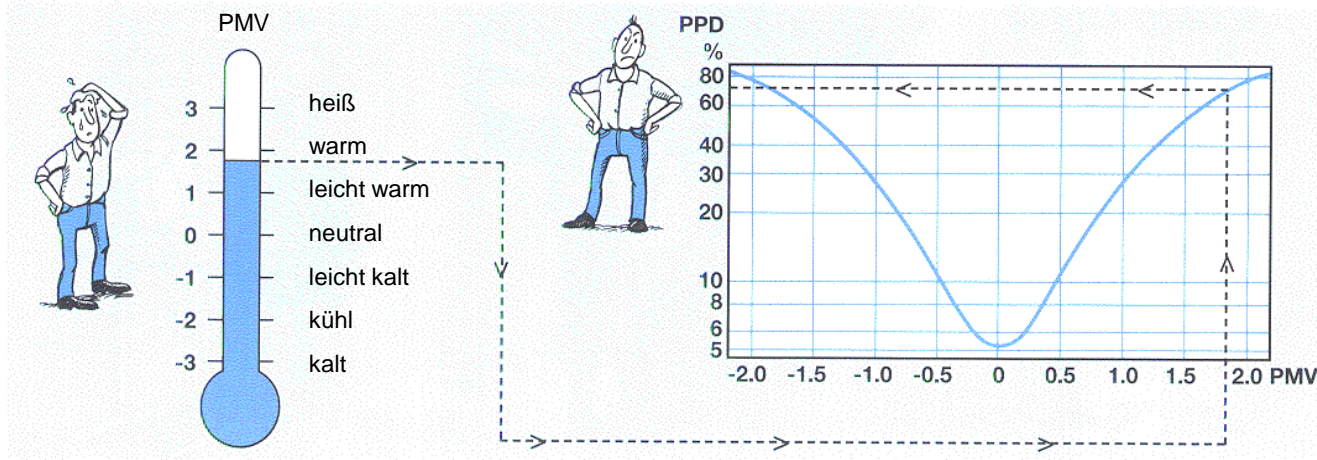
Die Ankühlung ermöglicht keine konstante Raumtemperatur im Sommer. Mit einer Ankühlung dem Aufheizen von Innenräumen entgegengewirkt werden.

Die **Vollkühlung** ermöglicht die maximale Kühlleistung einer Flächenkühlung und verfolgt analog zum Heizbetrieb das Ziel, auch in den Sommermonaten eine konstante Raumtemperatur (z.B. 26° C) bereitzustellen. Dementsprechend erfolgt die Auslegung des Vollkühlbetrieb auf Grundlage der Kühllastberechnung (VDI 2078). Das heißt, die Priorität der Auslegung dieser Anlage liegt im Kühlbetrieb.

Thermische Behaglichkeit



Behaglichkeitsdefinitionen

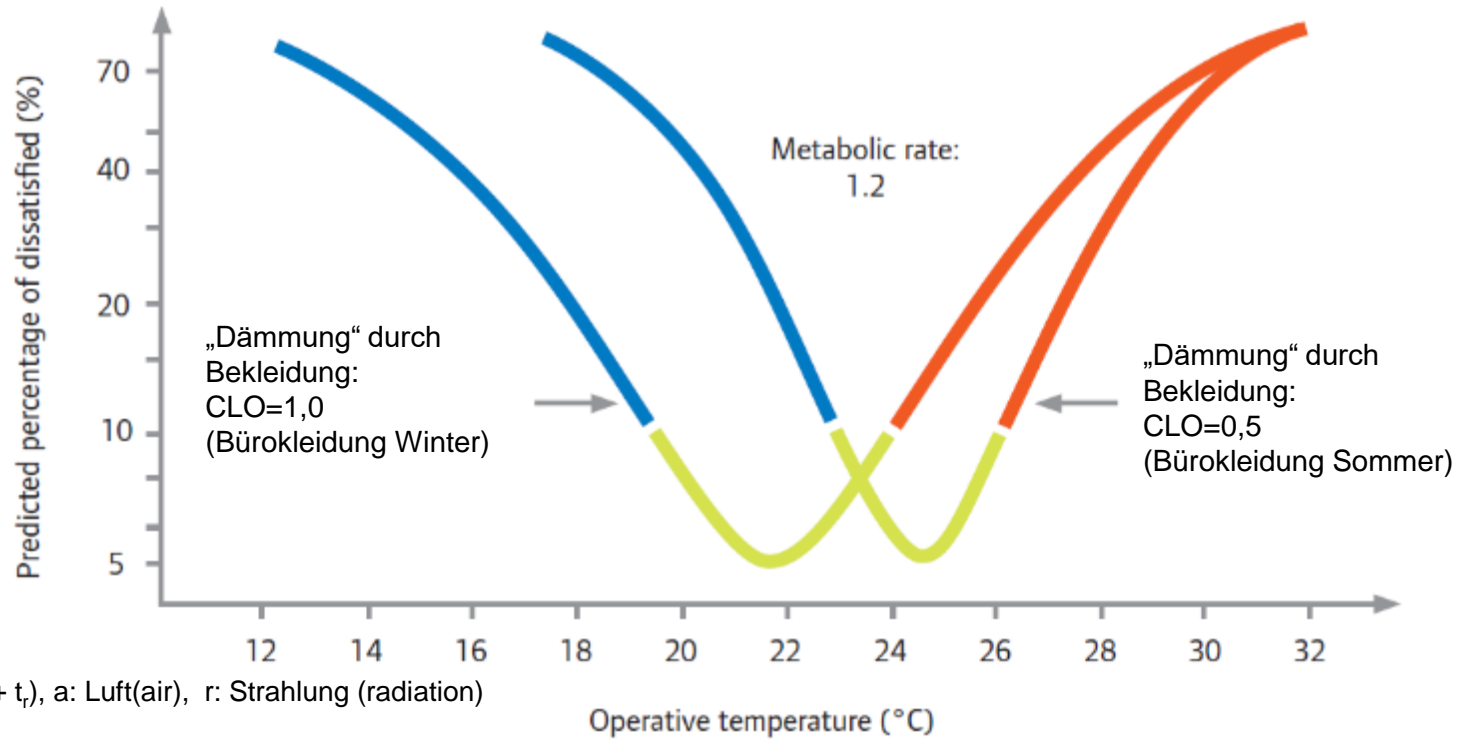


PMV: Predicted Mean Value
(vorhergesagter Durchschnittswert der thermischen Beurteilung)

PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied
(vorhergesagter Prozentsatz Unzufriedener)

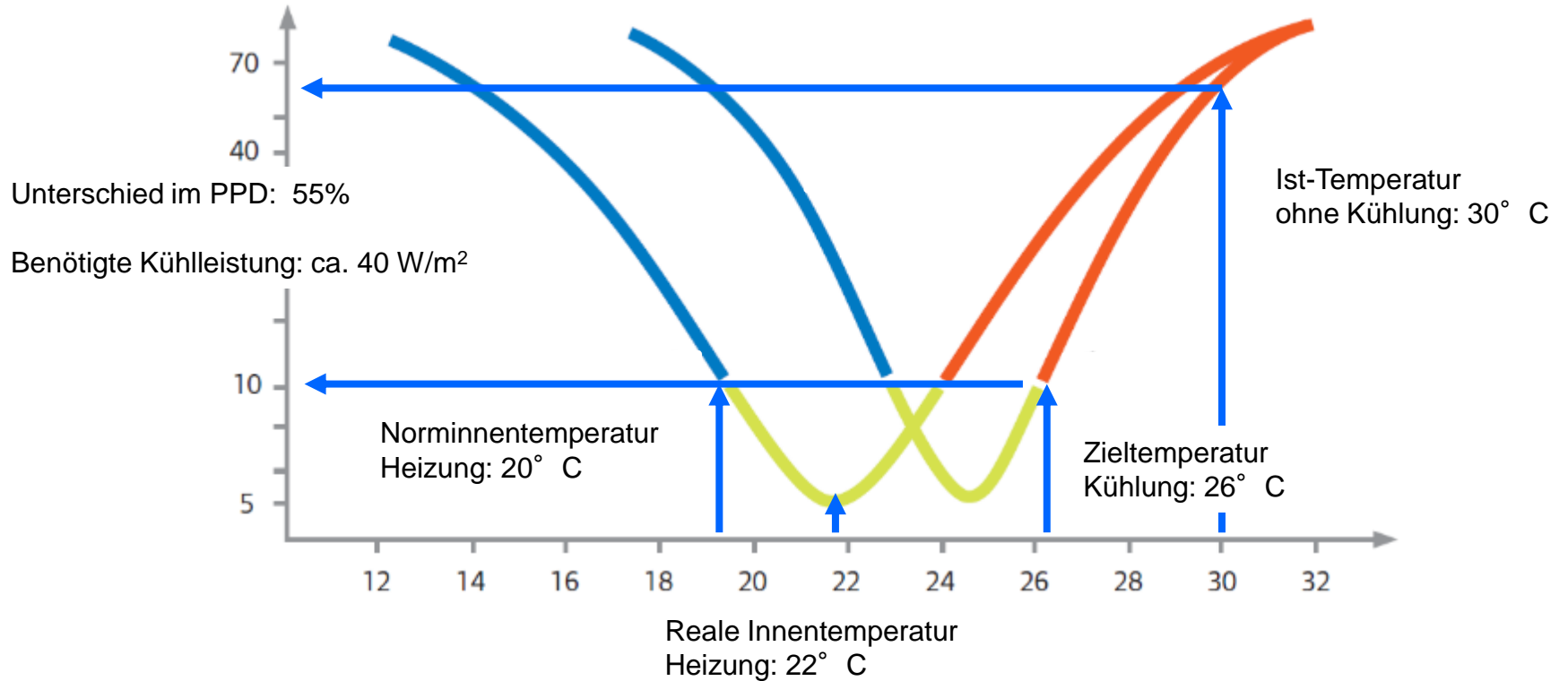
$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0.03353 \cdot PMV^4 - 0.2179 PMV^2)$$

t_o : operative Temperatur



$$t_o = 0,5 \times (t_a + t_r), \text{ a: Luft(air), r: Strahlung (radiation)}$$

Wieviel Kühlung liefert Behaglichkeit?

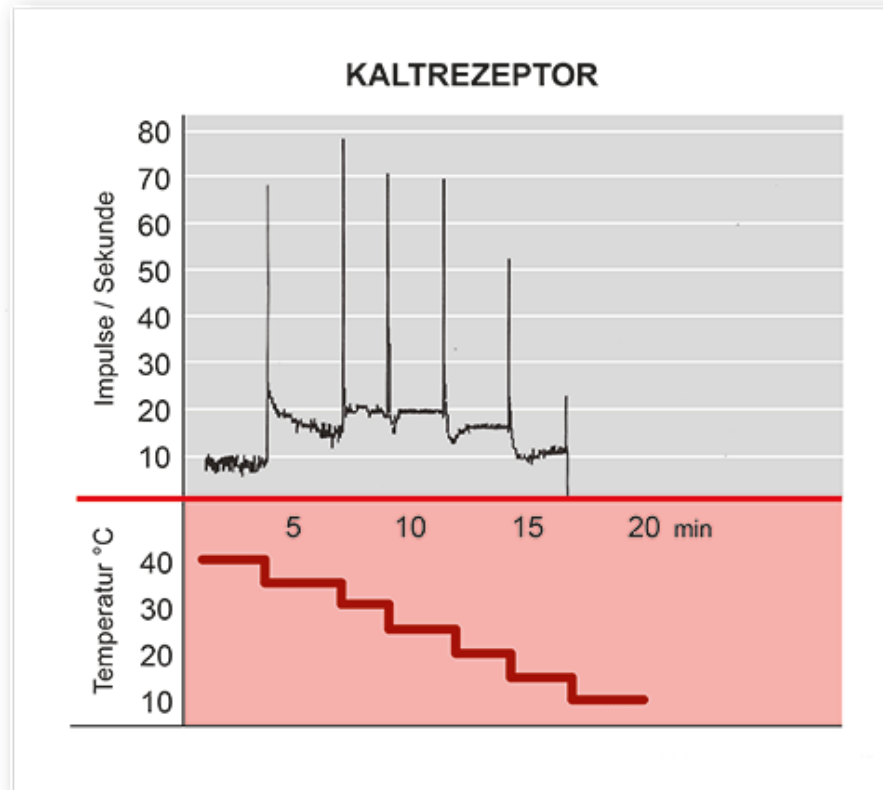


Ein bisschen Bio: Wann fühlt es sich kalt an?

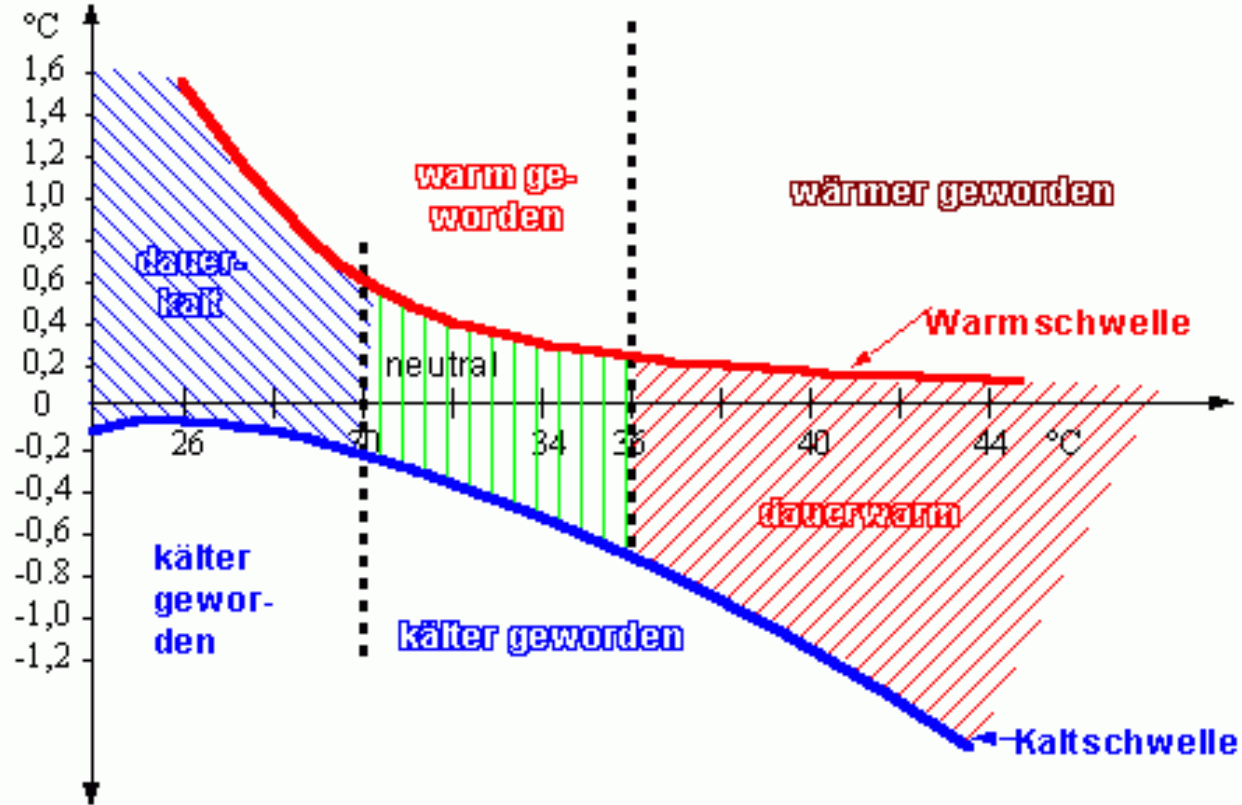
Arbeitsweise der Rezeptoren

Warm- und Kaltrezeptoren erzeugen bei gleichbleibender Temperatur eine bestimmte, konstante Zahl an Aktionspotentialen (Impulse), die so genannte Spontanfrequenz. Eine plötzliche Temperaturveränderung beantworten die Rezeptoren mit einer sprunghaften, „überschießenden“ Änderung der Impulsfrequenz (dynamische Frequenz) bis auf einen Maximal- bzw. Minimalwert; anschließend pendelt sich die Frequenz auf einen neuen (höheren oder tieferen) Wert ein. Kaltrezeptoren reagieren auf eine Verringerung der Temperatur mit einem sprunghaften Anstieg der Frequenz, auf eine Erhöhung dagegen mit einem ebensolchen Abfall (siehe Abb. rechts); Warmrezeptoren antworten genau umgekehrt. Dabei werden jeweils Temperatursprünge von bis zu wenigen zehntel Grad beantwortet. Je größer der Temperatursprung ist und je rascher er abläuft, desto stärker ist auch die dynamische Antwort.

Im mittleren Temperaturbereich (zwischen 20 und 40 ° C) führt eine Abkühlung oder Erwärmung nur vorübergehend zu einer Warm- bzw. Kaltempfindung, danach ist die Empfindung neutral (vollständige Adaptation). Dies lässt sich anhand eines warmen Bades leicht überprüfen.



<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30457224>



Wenn die Temperatur bei 26° C nur 0,1° C abfällt, empfindet man es schon als „Es ist kälter geworden!“

Simulation Büro – Kühlung mit Radiatoren (?!)

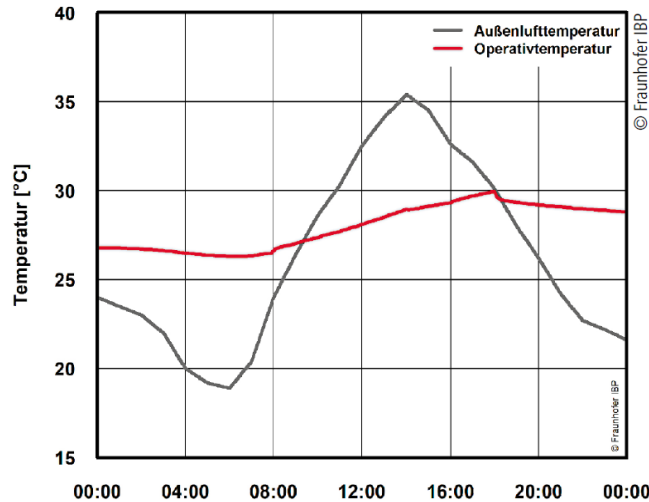
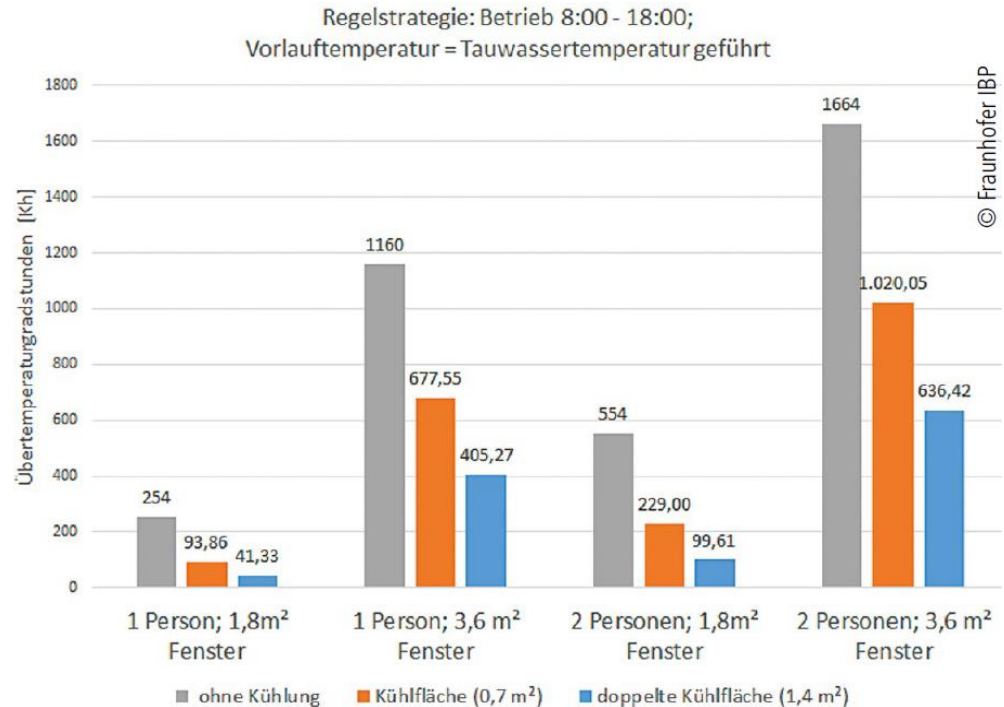
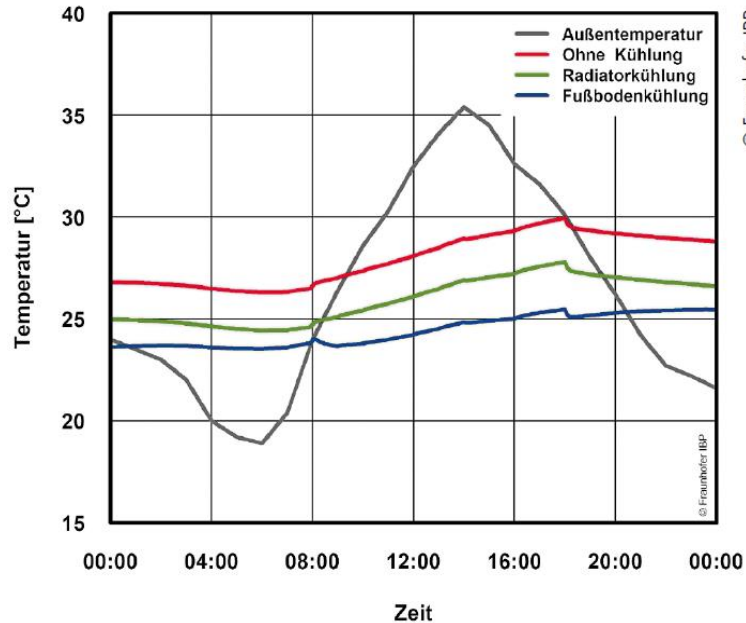


Abb. 7: Typischer Tagesverlauf der Operativtemperatur innen und der Außenlufttemperatur ohne Kühlung im Fall mit einer anwesenden Person und 1,8m² Fensterfläche



Quelle: Fraunhofer IBP: Potenzialanalyse des Einsatzes bestehender Heizsysteme zur Raumkühlung

Simulation Büro – vgl. mit FBK



© Fraunhofer IBP

Kühlung über Fußbodenheizung:
„Anders sieht es bei dem Einsatz von Fußboden-Heizelementen zur Kühlung aus. Es ist eine **deutliche Verbesserung des thermischen Komforts** im Vergleich zu den anderen Fällen zu erkennen – die operative Temperatur bleibt beständig **unter 26 ° C**. Folglich ergeben sich hier und auch in allen weiteren untersuchten Fällen mit der Fußbodenheizung als Kühlsystem **keine Übertemperaturgradstunden** – es bleibt thermisch komfortabel.

Abb. 9: Typischer Tagesverlauf der Operativtemperatur innen und der Außenlufttemperatur ohne Kühlung (rot), mit Kühlung über Radiator (grün) und über Fußbodenheizung (blau) im Fall mit einer anwesenden Person und 1,8 m² Fensterfläche

Im Dialog (2)

Optimierung der Flächenheizung für die Kühlung

Mit Sven Petersen

Fazit Teil 1:

1. *Es wird benötigt!*
2. *Es wirkt!*
3. *Es funktioniert!*



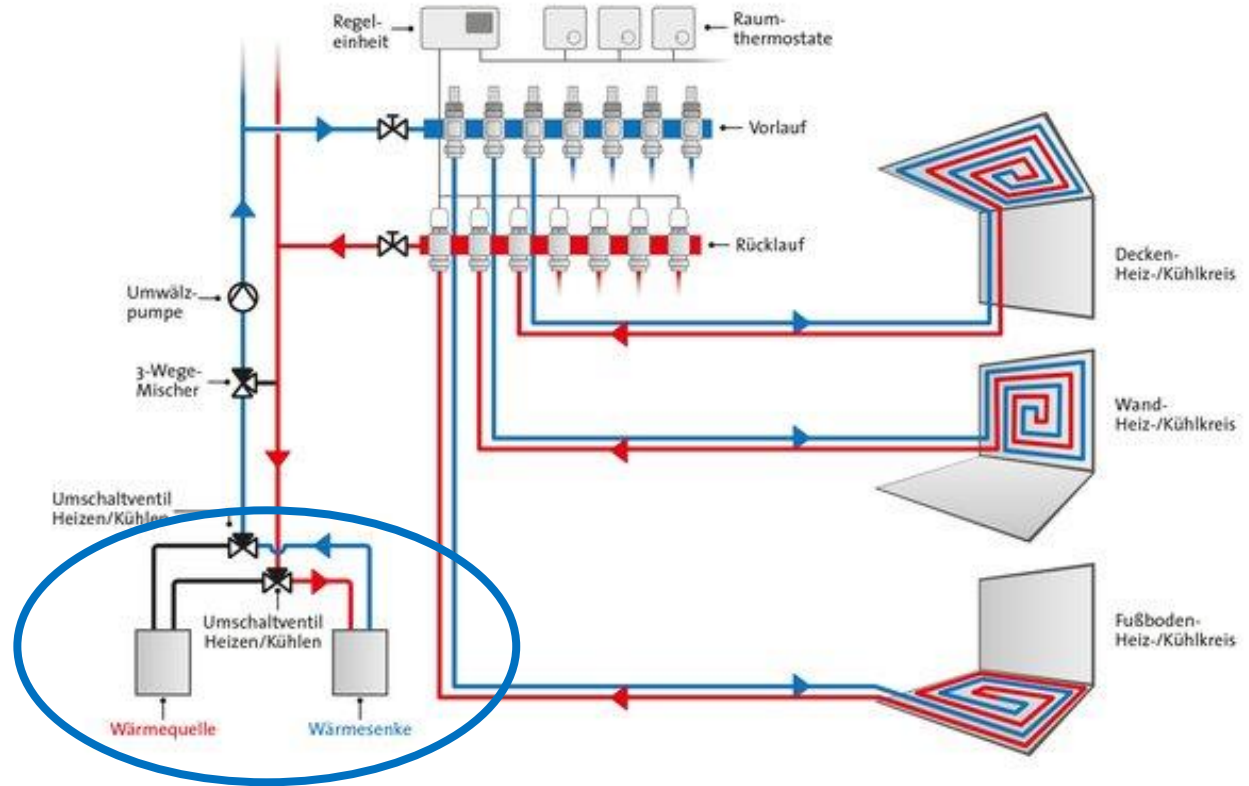
Themenblock 2 – Umsetzung

- Verlegehinweise für die Fußbodenkühlung
- Regelung der Fußbodenkühlung

Systemaufbau

Kühlen

(Untertemperatur zum Raum)



Ohne Kältequellen keine Kühlung!

Kaltwassersatz/Kühlaggregat (aktive Kühlung)

- Separates Gerät: Kosten, Platzbedarf, Leistungszahlen, Ansteuerung?
- Nachrüstung ohne Austausch des bestehenden Heizsystems
- Aufstellbedingungen (Kühlmittel)

Reversible Luft-Wasser WP (Aktive Kühlung)

- Preiswerter, gute Leistungszahlen, nur ein Gerät
- Für die Heizung (bald) Standard im Neubau

Sole-Wasser WP (Erdsonde: passive Kühlung)

- Strombedarf beim Kühlen nur für die beiden Umwälzpumpen
- Regenerierung der Sonde beim H/K
- Teuer in der Anschaffung

Exoten:

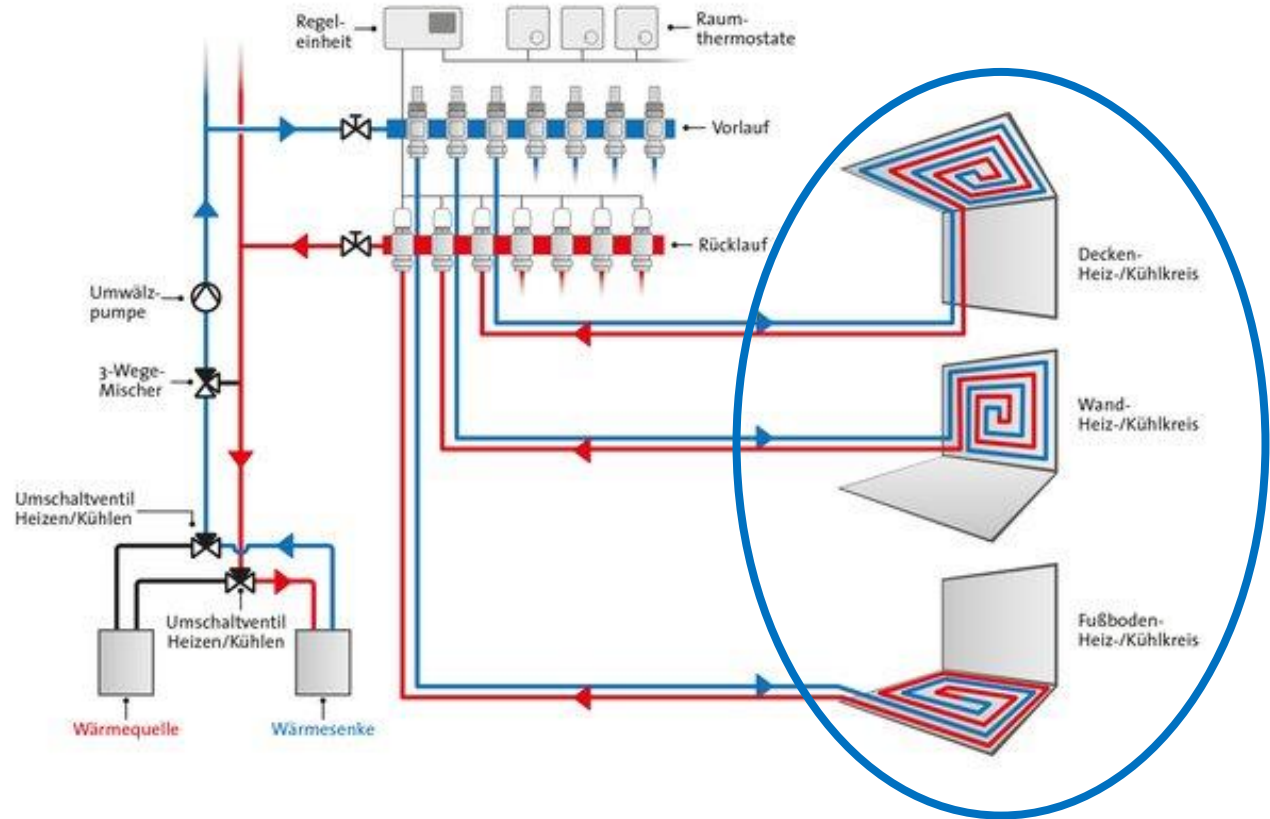
- Energiepfähle, Sole-Flächenkollektoren, Energiekörbe, Wasser-Wasser WP, Fernkälte, Adsorptionskältemaschine



Systemaufbau

Kühlen

(Untertemperatur zum Raum)

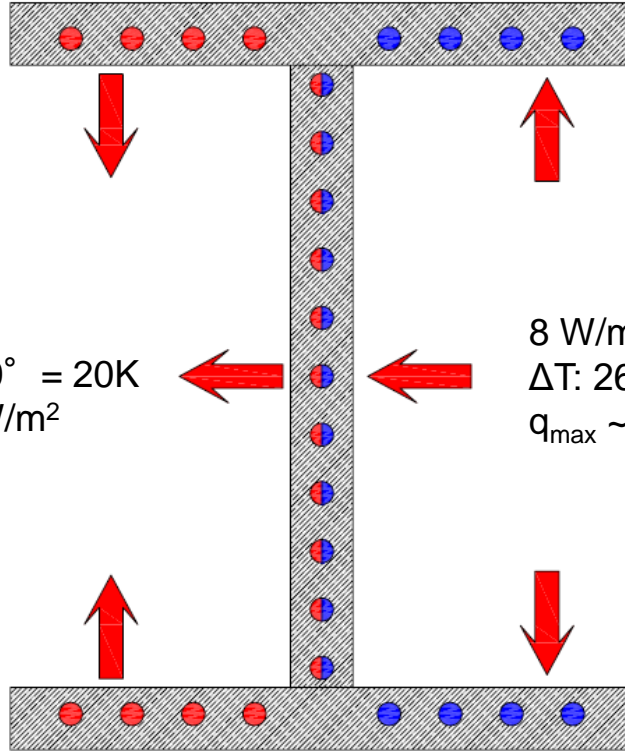


Maximale Leistungen

6,5 W/m²K
 $\Delta T: 33^\circ - 20^\circ = 13K$
 $q_{\max} \sim 84 \text{ W/m}^2$

8 W/m²K
 $\Delta T: 40^\circ - 20^\circ = 20K$
 $q_{\max} \sim 160 \text{ W/m}^2$

10,8 W/m²K
 $\Delta T: 29^\circ - 20^\circ = 9K$
 $q_{\max} \sim 100 \text{ W/m}^2$



10,8 W/m²K
 $\Delta T: 26^\circ - 20^\circ = 6K$
 $q_{\max} \sim 65 \text{ W/m}^2$

8 W/m²K
 $\Delta T: 26^\circ - 21^\circ = 5K$
 $q_{\max} \sim 40 \text{ W/m}^2$

7 W/m²K
 $\Delta T: 26^\circ - 21^\circ = 5K$
 $q_{\max} \sim 35 \text{ W/m}^2$

„Normale“ Verlegung

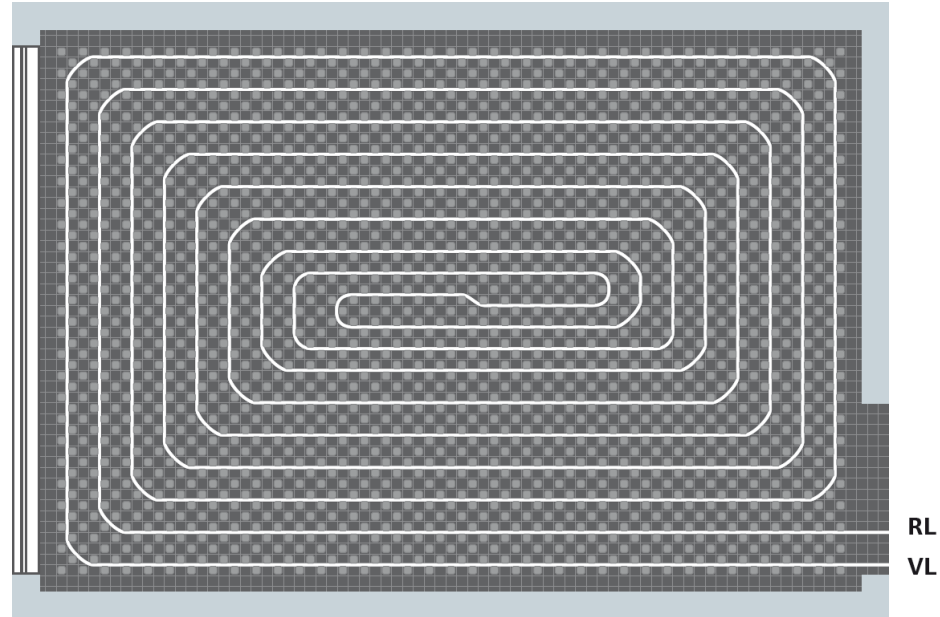
Standardausführung

- Max. 250-350 mbar Druckverlust
- Praxis: ca. 120 m HK-Länge
 - Minitec-Rohr: 70 m

Rohrbedarf je m²: 100/Verlageabstand

-> typische HK Größen

- Standard: 18-24 m²
 - 9,9x1,1mm-Rohr: max. 7 m²



separate Rand- und Aufenthaltszone?

Randzone

- Breite: max. 1m
- Im Neubau sinnlos
- Im **Alt**bau vor **alten** Fenstern

Problem:

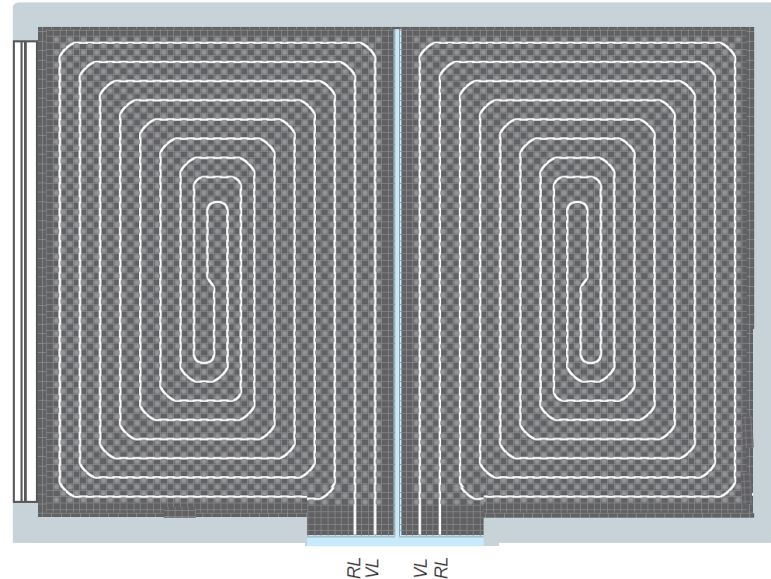
- unterschiedliche Oberflächentemperaturen

Empfehlung:

- Hydraulik so einstellen, dass gleiche Oberbodentemperaturen erreicht werden

oder besser:

- 2 gleich große HK im Raum



Einflüsse auf die Vorlauftemperatur - Heizung

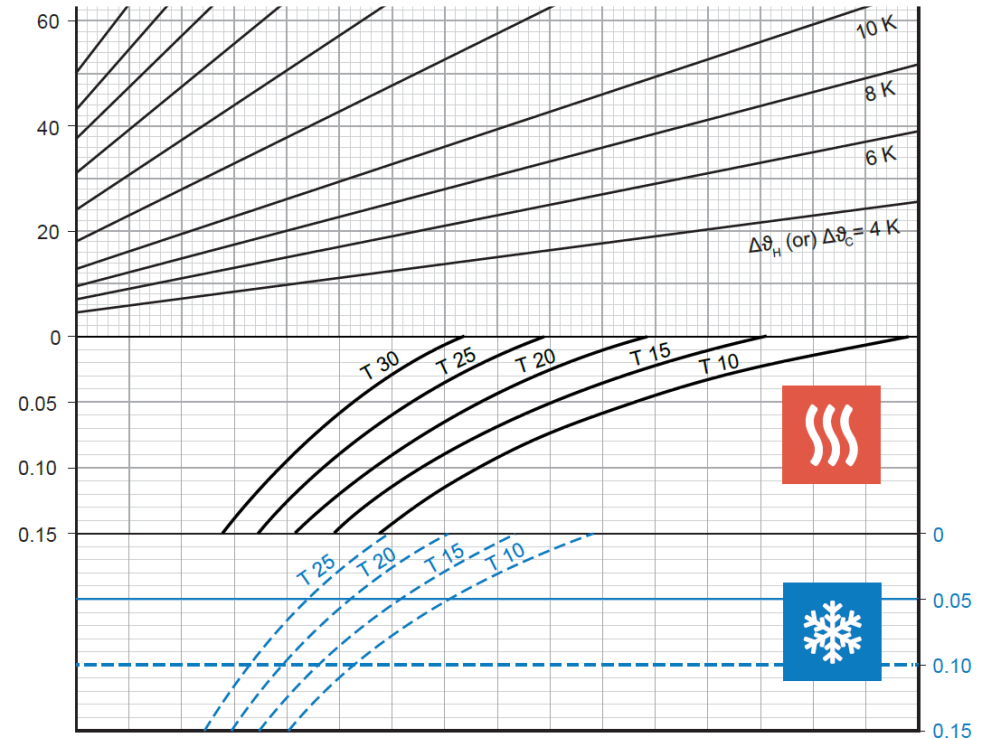
30 W/m^2 , $R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$

CT 45mm Überdeckung:

- MLCP oder PE-X: egal
- 16er statt 14er Rohr; $\sim 0,5 \text{ K}$
- Vz 15 statt Vz 20: $\sim 1,5\text{-}2\text{K}$

Andere Überdeckung:

- 35 mm CAF statt 45 mm CT: $\sim 0,5\text{-}1 \text{ K}$



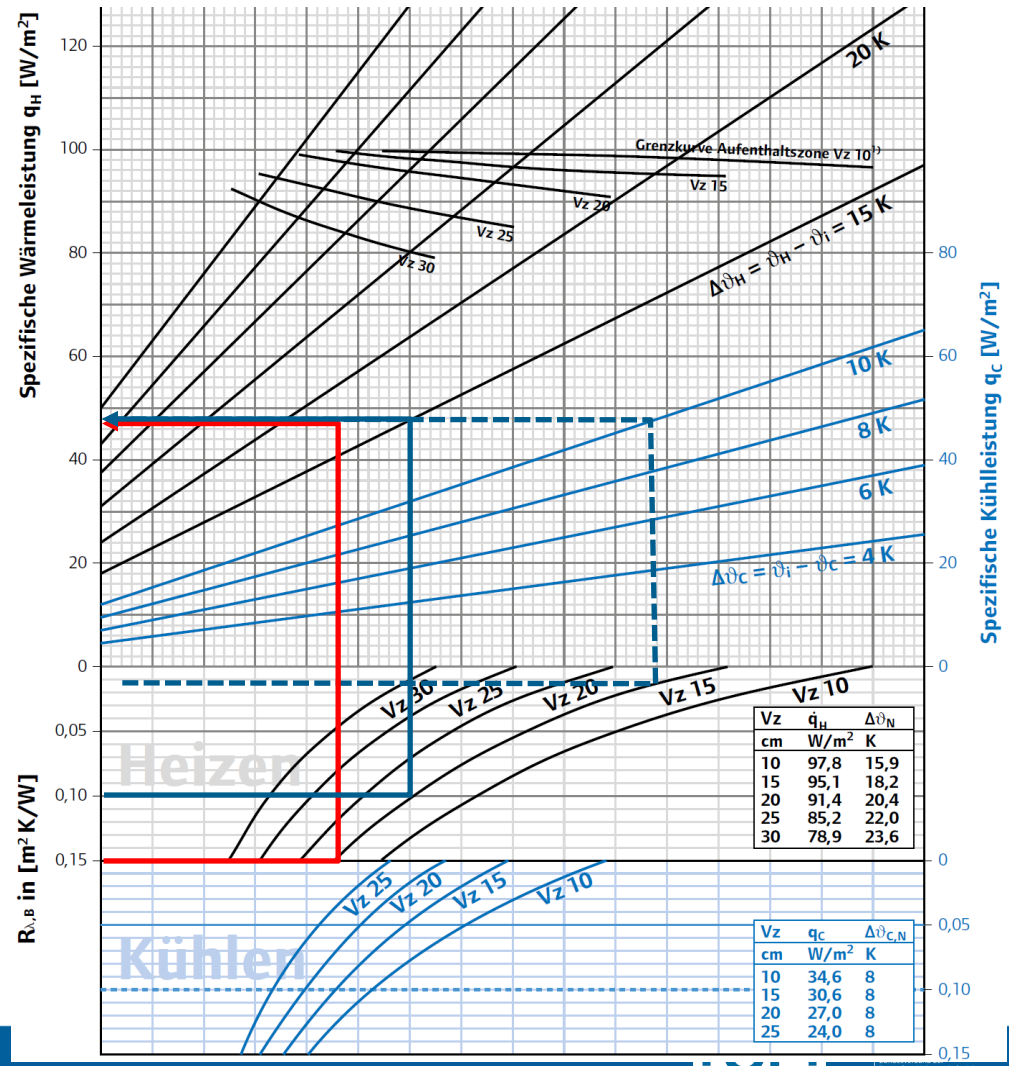
Einfluss des Oberbodens - Heizen

Änderung der benötigten
Vorlauftemperatur bei einer Änderung
des Oberbodenbelages:

ca. 5 K (von 0,1 auf 0,02 m²K/W)

ca. 8 K (von 0,15 auf 0,02 m²K/W)

Differenz steigend mit dem
Wärmebedarf!



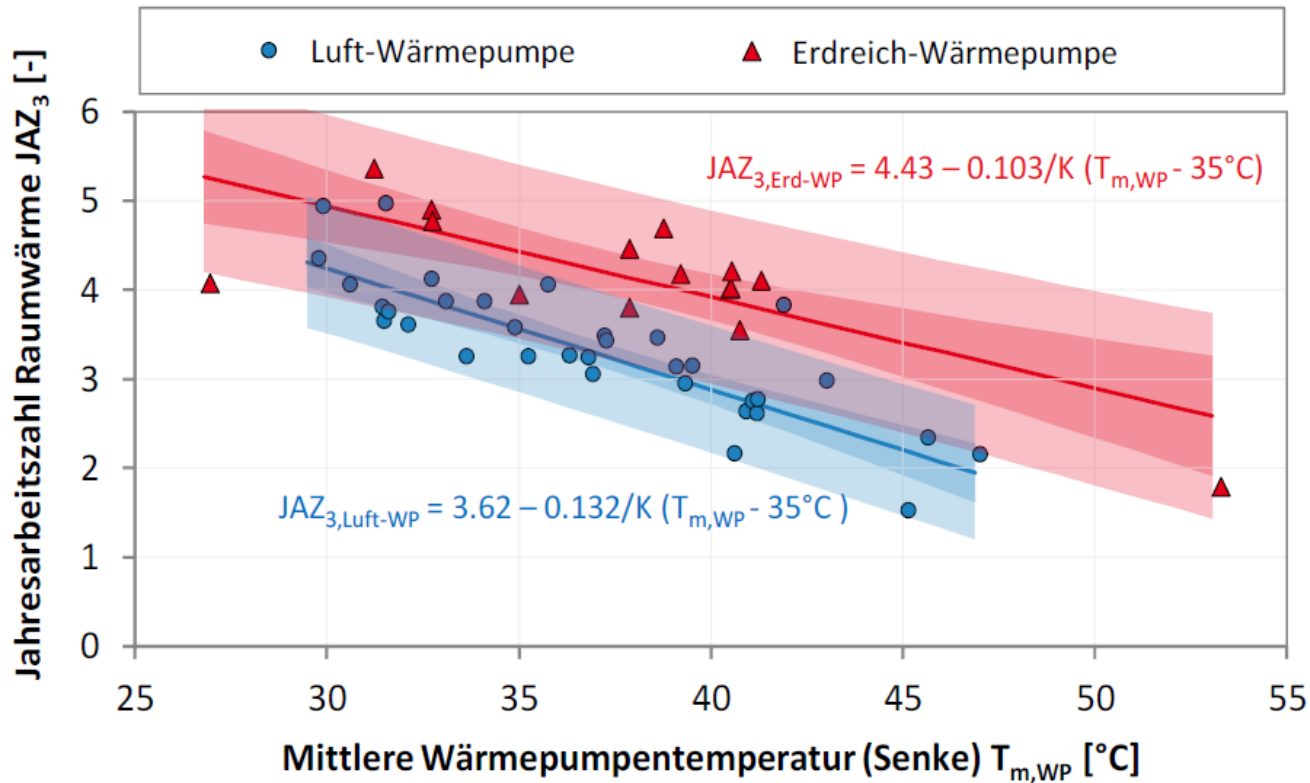


Abbildung 21: Jahresarbeitszahl für Raumwärme in Abhängigkeit der mittleren Wärmepumpentemperatur. Resultate aus dem Monitoringprojekt „WPsmart im Bestand“ für 34 Luft- und 15 Erdreich-Wärmepumpen (Lämmle et al. 2022a).

Einflüsse auf die Vorlauftemperatur - Kühlung

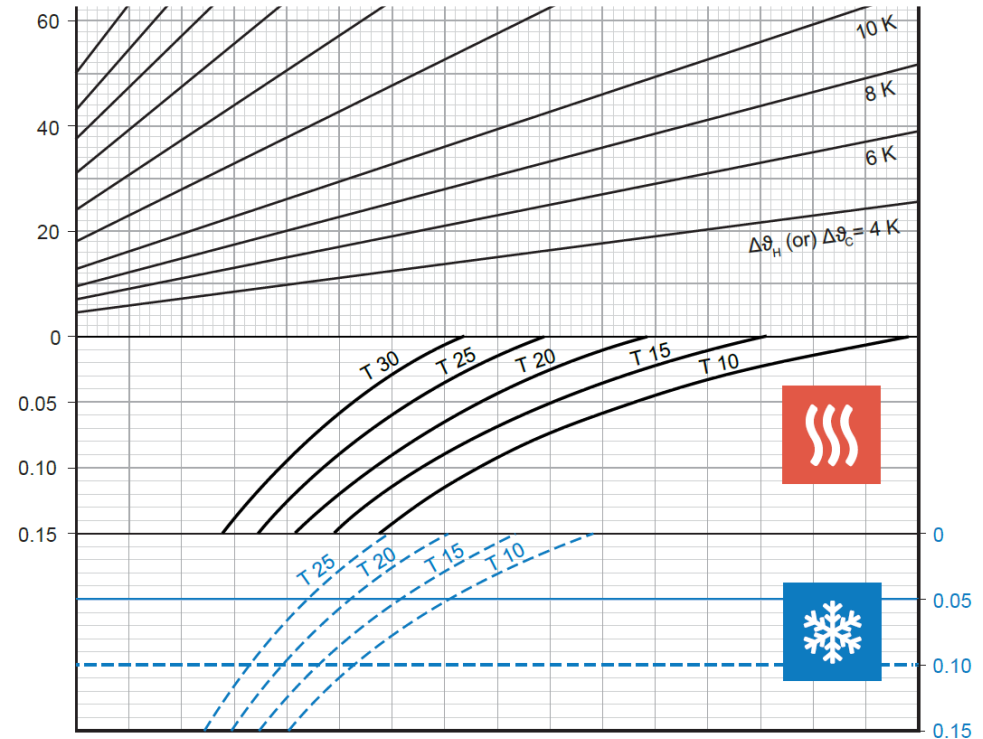
50 W/m^2 , $R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$

CT 45mm Überdeckung:

- MLCP oder PE-X: egal
- 16er statt 14er Rohr: egal (leistungstechnisch)
- Vz 15 statt Vz 20: $\sim 1-1,5 \text{ K}$

Andere Überdeckung:

- 35 mm CAF statt 45 mm CT: $\sim 0-0,5 \text{ K}$

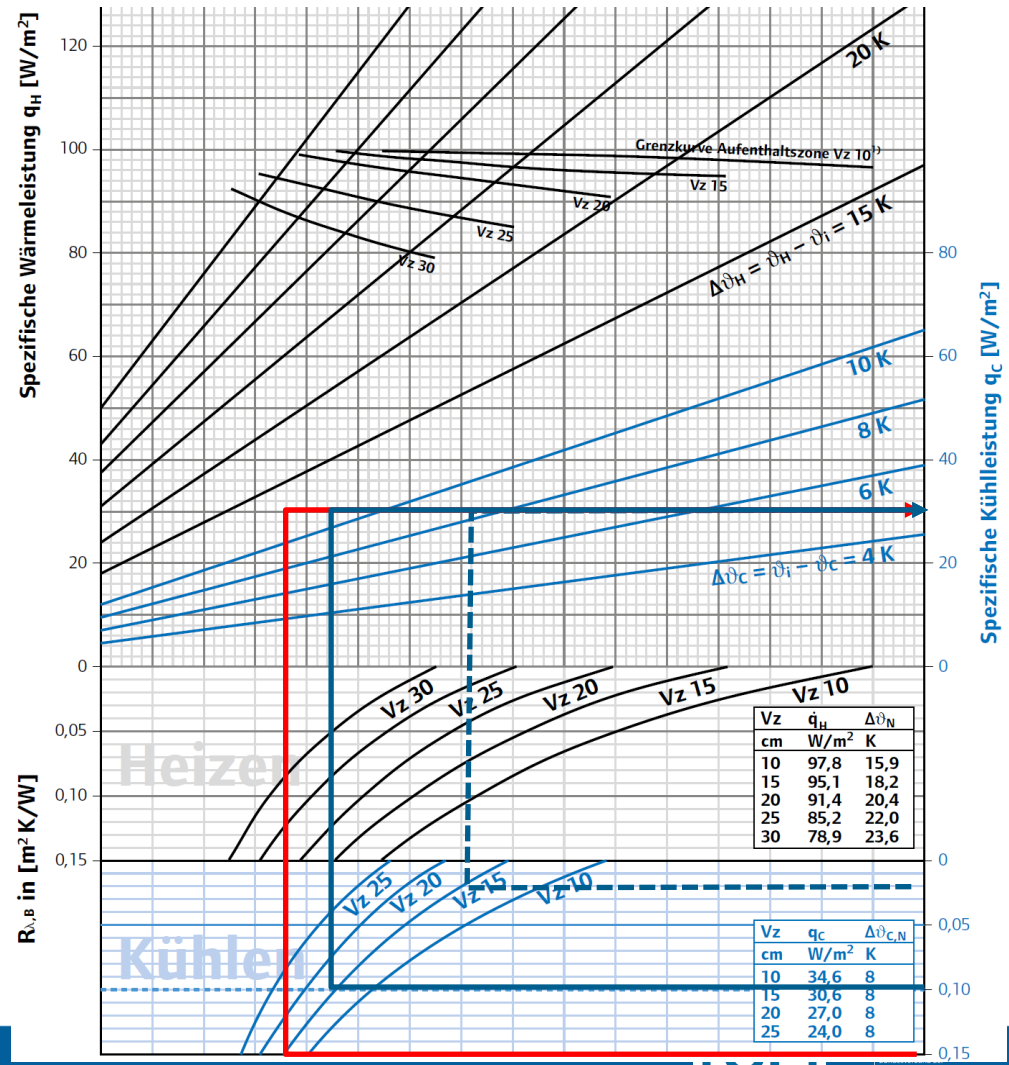


Einfluss des Oberbodens - Kühlen

Änderung der benötigten
Vorlauftemperatur bei einer Änderung
des Oberbodenbelages:

ca. 3 K (von 0,1 auf 0,02 m²K/W)

ca. 4,5 K (von 0,15 auf 0,02 m²K/W)



Taupunkt beachten!

Spreizung 4 K (16/20)

Mitteltemperatur 18° C

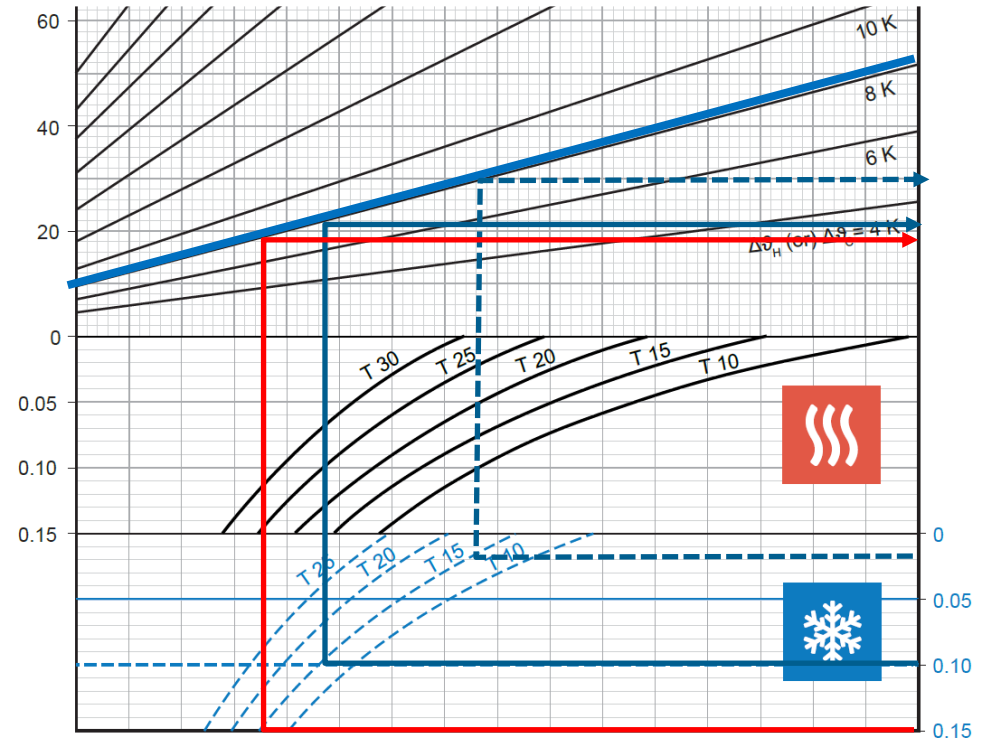
Raumtemperatur 26° C

➔ max. Untertemperatur 8 K

$R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W} \quad \sim 30 \text{ W/m}^2$

$R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W} \quad \sim 20 \text{ W/m}^2$

$R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W} \quad \sim 18 \text{ W/m}^2$



Effektiver Wärmeleitwiderstand

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

Beispiel:

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

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

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

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

Kombination verschiedener
Oberbodenbeläge



16er statt 14er für die Kühlung

$$m_H = \frac{Q_{FL}}{\sigma \cdot c_w} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right) \quad [\text{kg/h}]$$

Vz20, 20 m², -> 100 HK-Länge

$c_w = 1,164 \text{ Wh/kgK}$, $T_i = 20^\circ \text{ C}$, $T_u = 10^\circ \text{ C}$

Heizlast: 40 W/m^2 (bereinigt 36 W/m^2)

Spreizung 8 K

$R_u = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$

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

$R_o = 1/\alpha + R_{\lambda,B} + s_{\ddot{u}}/\lambda_{\ddot{u}}$ ($45 \text{ mm}/1,2 \text{ K/m}$)

$R_o = 0,23 \text{ m}^2\text{K/W}$

→ $m = 107 \text{ kg/h}$

→ $\Delta p (14) = 300 \text{ mbar}$, $\Delta p (16) = 110 \text{ mbar}$

Benötigter Volumenstrom aus: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Benötigte Wassermenge Kühlung

Kühllast: 30 W/m^2 (bereinigt 27 W/m^2)

Spreizung 4 K , $T_i = 26^\circ \text{ C}$, $T_u = 10^\circ \text{ C}$

$R_u = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$

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

$R_o = 1/\alpha + R_{\lambda,B} + s_{\ddot{u}}/\lambda_{\ddot{u}}$

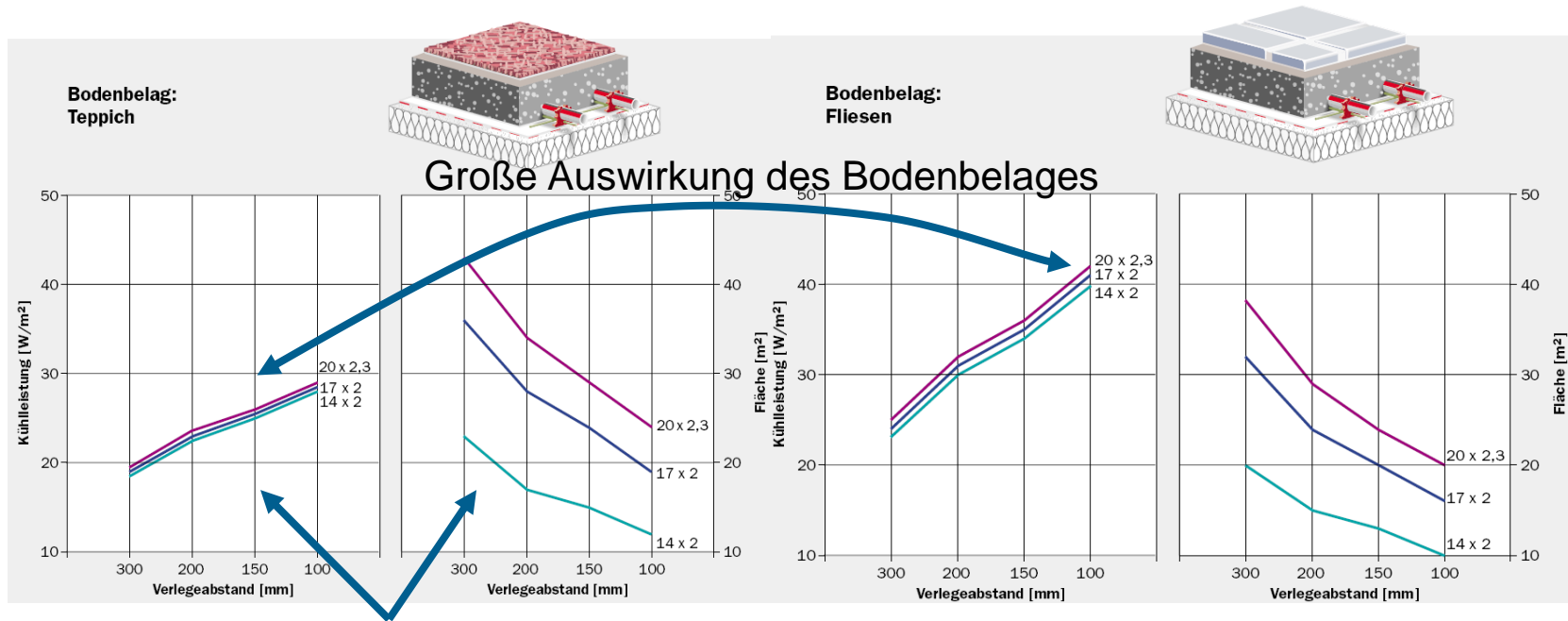
$R_o = 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$

→ $m = 198 \text{ kg/h}$

→ $\Delta p (14) = 700 \text{ mbar}$, $\Delta p (16) = 310 \text{ mbar}$

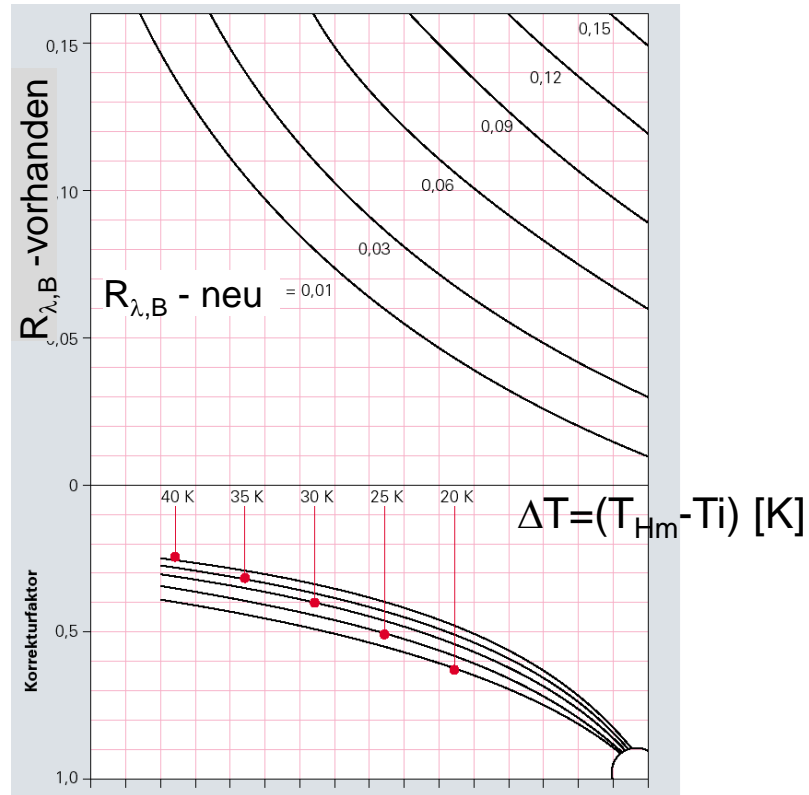
Oder: Kühlleistung bei $107 \text{ kg/h} = 10,3 \text{ W/m}^2$

Kühlleistungen - Boden



geringe Auswirkung durch die Rohrdimension
große Auswirkung auf die Hydraulik

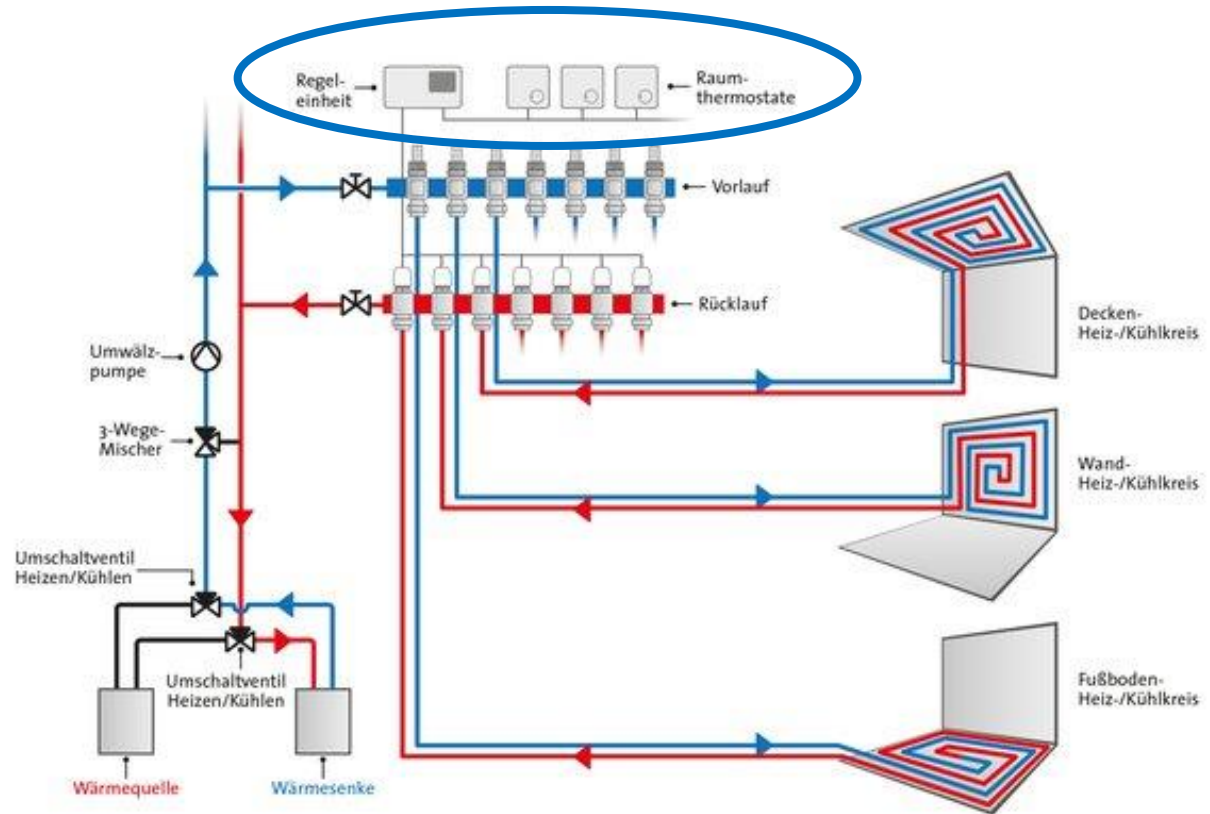
Wassermenge und Oberbodenbelag



Systemaufbau

Kühlen

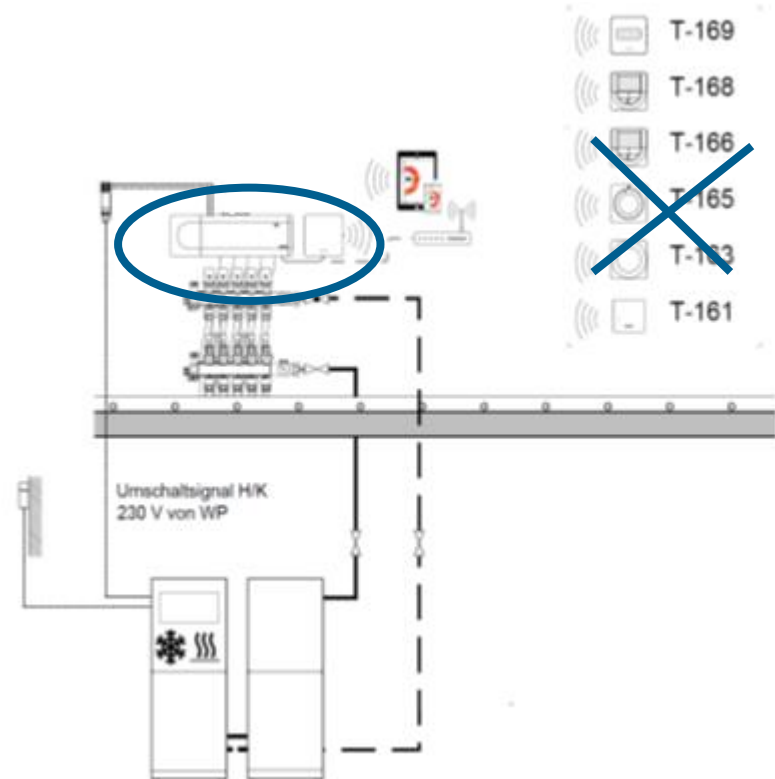
(Untertemperatur zum Raum)



Regelung der Kühlung

Benötigte Regelungskomponenten:

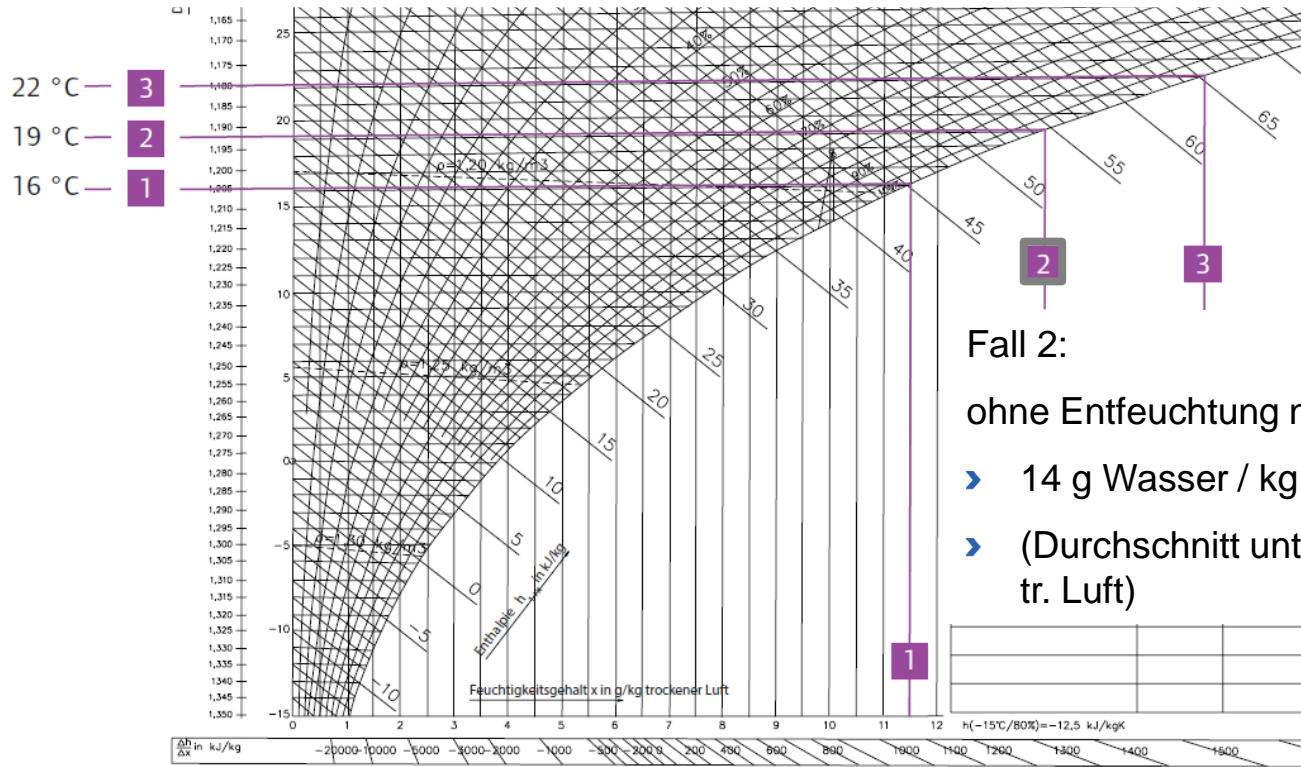
- Einzelraumregelung die im Kühlfall korrekt reagiert: Wave/Base Pulse
- Raumfühler die die relative Luftfeuchtigkeit in jedem Raum erfassen: z.B. T-169 Style (Defaultwert Abschaltung: 75% rH)
- Die Hydraulik wird auch für den Kühlfall optimiert: Autoabgleich



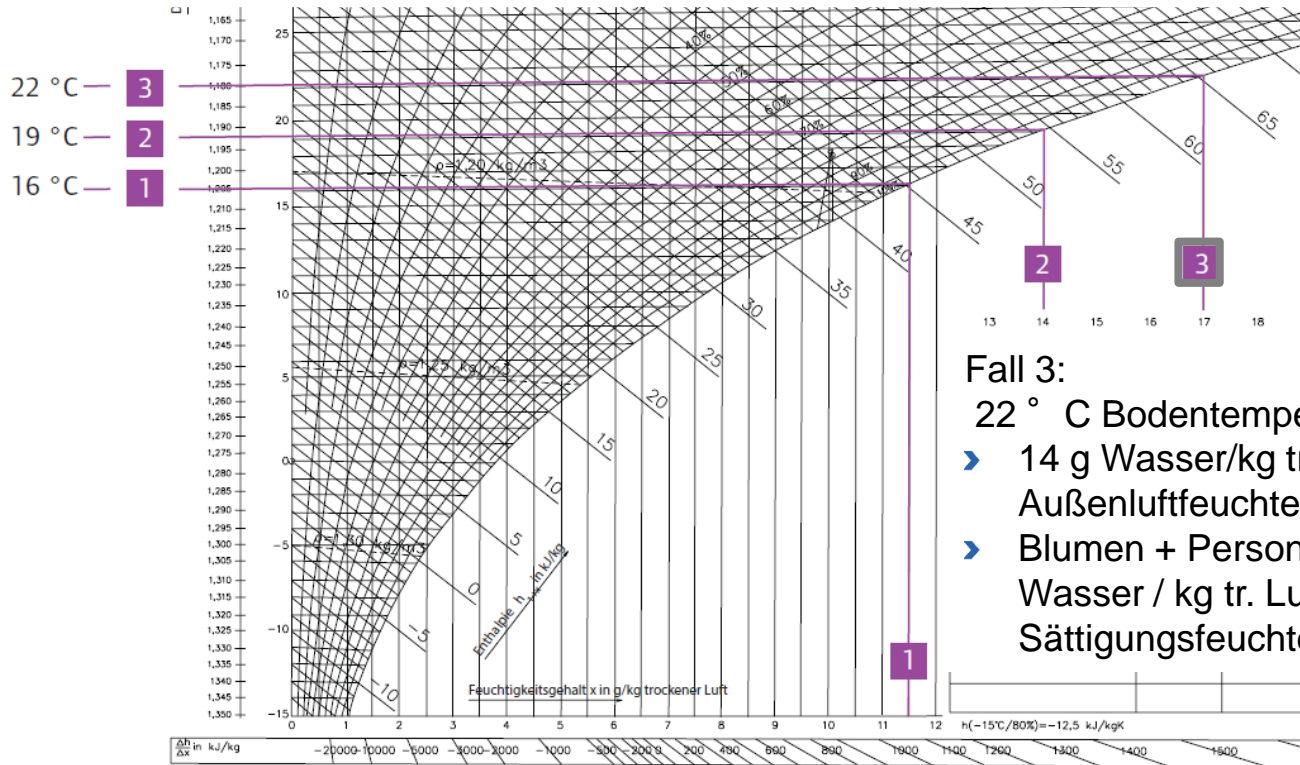
Warum Autoabgleich zum Kühlen?

1. Auslegung der Heizung für den Heizfall
 1. -> die benötigte Leistung
 2. -> Wassermengen
 3. -> Einstellwerte
2. Einstellwerte werden für die Kühlung beibehalten
3. Einstellwerte und Widerstände begrenzen die Wassermenge je HK auch für die Kühlung
4. Vorlauftemperatur ist taupunktgeführt.
5. -> das kann nicht passen !! -> „Ankühlung“

Kondensationschutz



Kondensationschutz



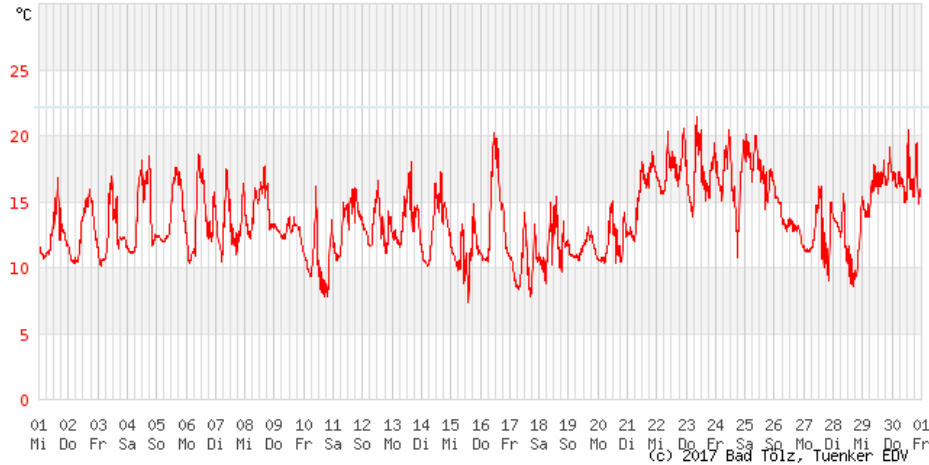
Fall 3:

22°C Bodentemperatur

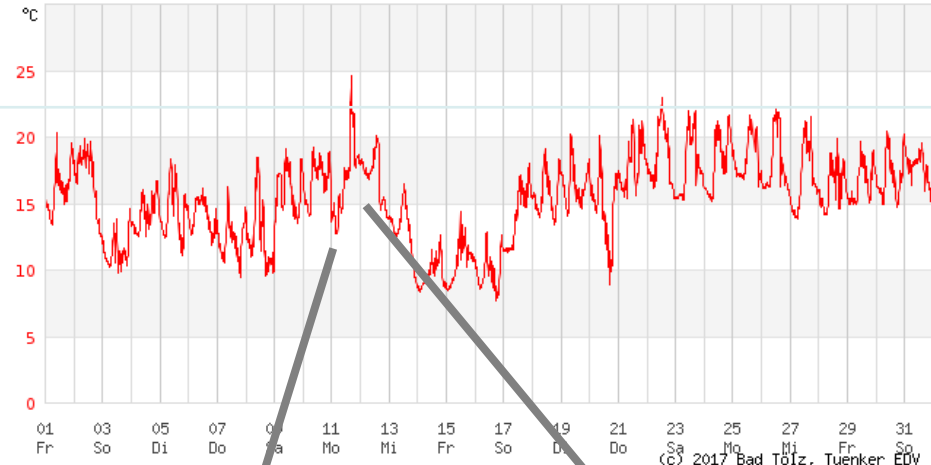
- $14 \text{ g Wasser}/\text{kg tr. Luft}$ kritische Außenluftfeuchte
- Blumen + Personen: $+3 \text{ g} = 17 \text{ g Wasser} / \text{kg tr. Luft}$ Sättigungsfeuchte

Taupunkttemperaturverlauf Bad Tölz

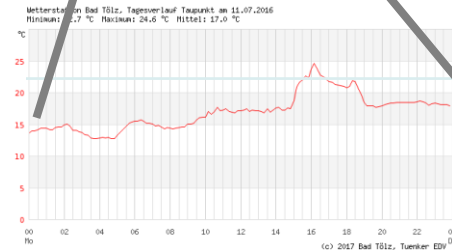
Wetterstation Bad Tölz, Monatsverlauf Taupunkt von 01.06 bis 30.06.2016
Minimum: 7.4 °C Maximum: 21.4 °C Mittel: 13.6 °C



Wetterstation Bad Tölz, Monatsverlauf Taupunkt von 01.07 bis 31.07.2016
Minimum: 7.7 °C Maximum: 24.6 °C Mittel: 15.4 °C



- Überschreitungen von 22° C von 2006 bis 2018:
- 8.7.2017, 27.-29.8.2016, 11.7.2016

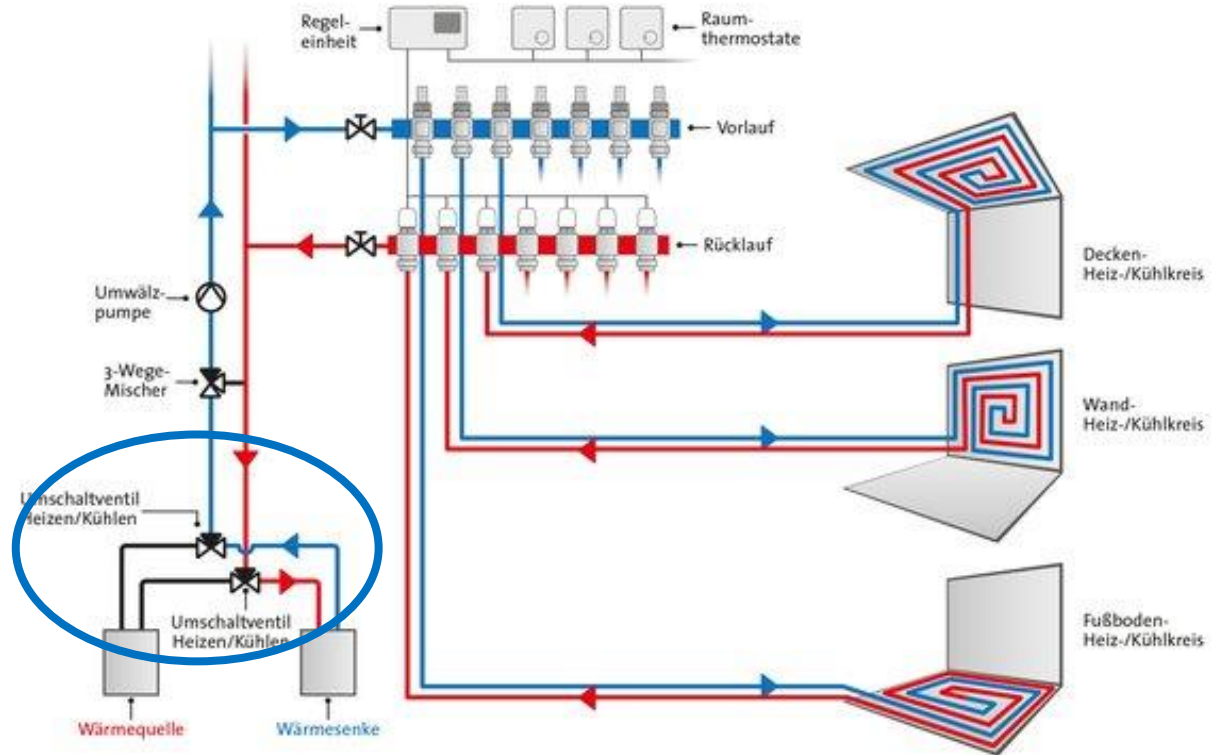


Quelle: <http://meteo.bad-toelz.de/statistic.php#>

Systemaufbau

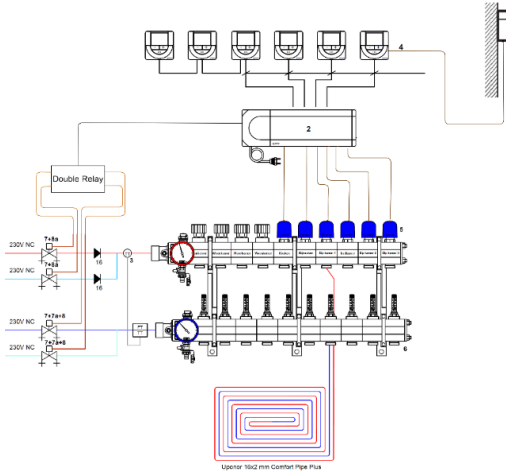
Kühlen

(Untertemperatur zum Raum)



Umschaltung H/K

- Auswahl über App
- Umschaltsignal über GPI
- Vorlauftemperaturmessung
- Umschaltsignal über die Cloud
- Innen- und/oder Außentemperatur



Vorlauftemperatur

✓ Innen-/Außentemperatur

Innentemperatur zum Umschalten 23.0° C



Hysterese der Innentemperatur 2.0° C



Verzögerung 9h



Im Dialog (3)

Optimierung der Flächenheizung für die Kühlung

Mit Sven Petersen

Fazit Teil 2:

- *Produkte und Wissen ist vorhanden*
- *Wenn man von Anfang an die Kühlung im Blick hat ist die Umsetzung problemlos*



Im Dialog (4)

Zusatzbemerkungen:

- *Kühlung über Flächen ist auch preislich attraktiv*
- *Der Effekt einer Strahlungskühlung wird meistens unterschätzt*

Fragen und Antworten



Weitere Informationen gerne direkt von Herrn Petersen sven.petersen@uponor.com

Weitere Informationen



Unser nächstes Online-Seminar:

Wir verabschieden uns in die Sommerpause und freuen uns auf unser nächstes Seminar im September 2024

„Die Flächenheizung/-kühlung in bestehenden Gebäuden mit Wärmepumpe“

Unsere aktuellen Termine finden Sie wie gewohnt auf der Website des Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/index.php?id=500#c2580>

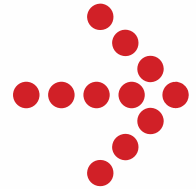


Mitgliedsunternehmen des BDH-Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung



→ Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

→ Weiteres unter www.flaechenheizung-bdh.de



BDH
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie