

Operative Temperatur und Anlagendynamik Oder: Sie möchten es doch "behaglich"?

Was hat das mit dem hydraulischen Abgleich zu tun ?

Zielgruppe: Planer, Energieberater,
Heizungsbaumeister und Systemoptimierer

Guten Tag, ich bin Karl Fröstel und arbeite im Auftrag der Wissenschaft an der TU Dresden



Der Mensch gehört zur Gruppe der warmblütigen Lebewesen, deren Körperkerntemperatur² weitgehend konstant ist und deren Existenz an eine permanente Wärmeabgabe gebunden ist. Das heißt, unabhängig von der Umgebungstemperatur des Körpers kann der Organismus diese Bedingung nur durch eine unbewusst ablaufende „Thermoregulation“ erfüllen (Abb. 2.1).

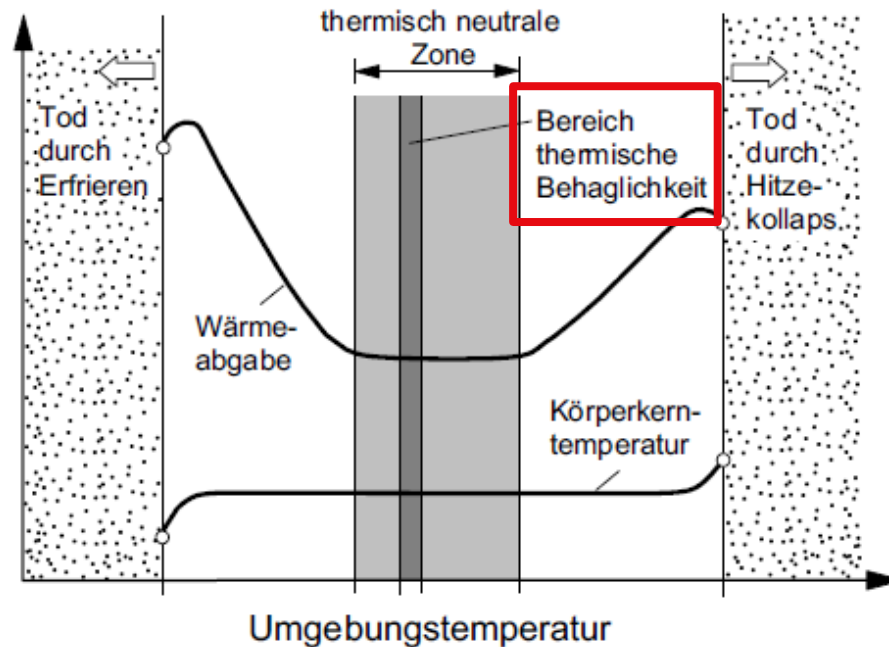


Abb. 2.1 Schematischer Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur des Menschen und seiner Körperkerntemperatur bzw. Wärmeabgabe

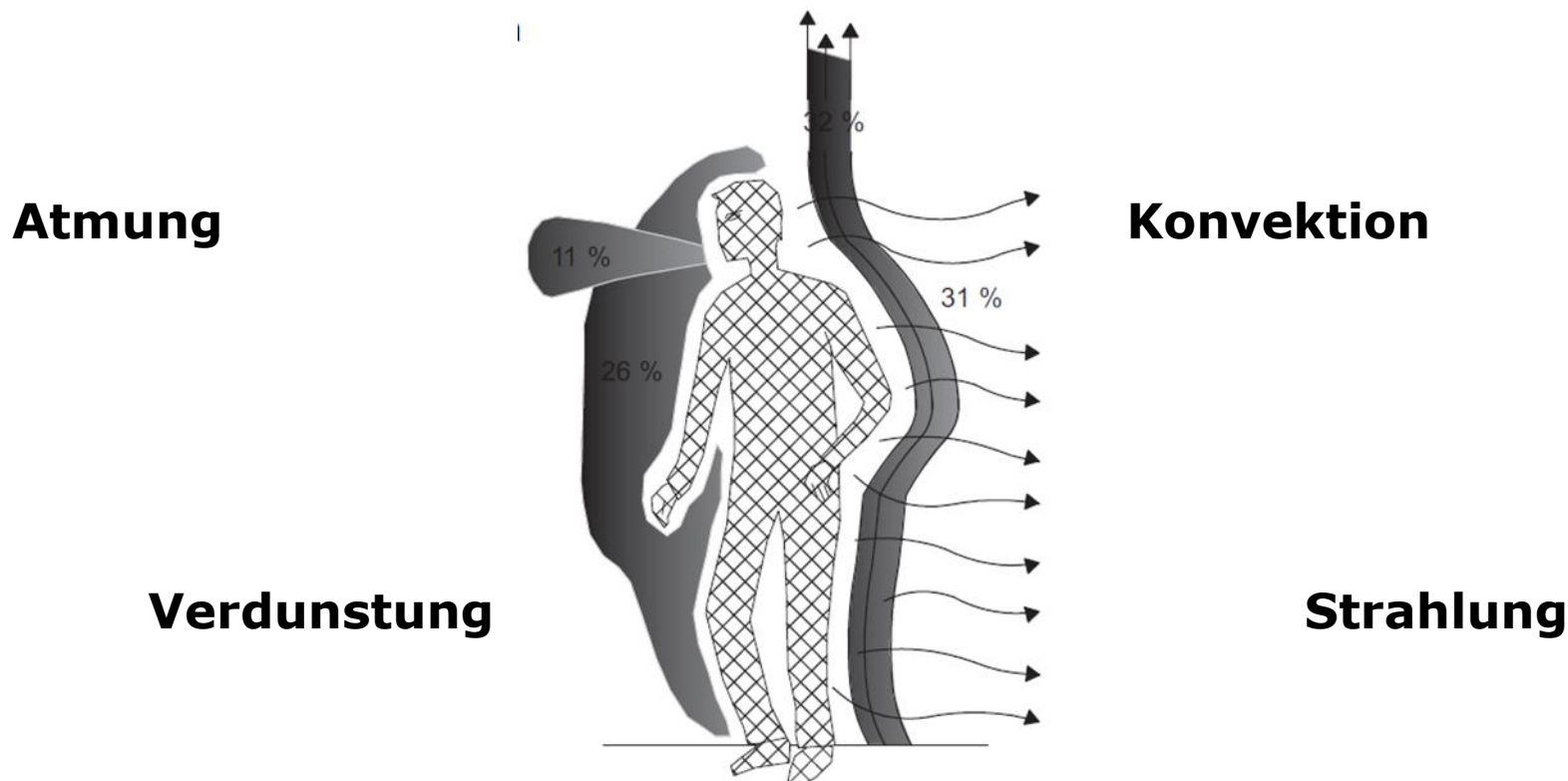
Quelle: Prof. Richter, Handbuch der thermischen Behaglichkeit

Als thermisch **behagliches Raumklima** werden diejenigen Verhältnisse in der Aufenthaltszone eines Raumes bezeichnet, die durch folgende, unbewusste **körperliche Reaktionen** und bewusste Wahrnehmungen (**Empfindungen**) gekennzeichnet sind:

- Geringste **thermoregulatorische Aufwendungen** des Organismus zur Aufrechterhaltung der konstanten Temperatur
- Anstrengungslose, **unspürbare Wärmeabgabe**
- Subjektive **Empfindung des Wohlbehagens** (nicht als warm oder kühl empfundene Umgebung)

Thermische Behaglichkeit

Gleichheit von Wärmeentwicklung und -abgabe

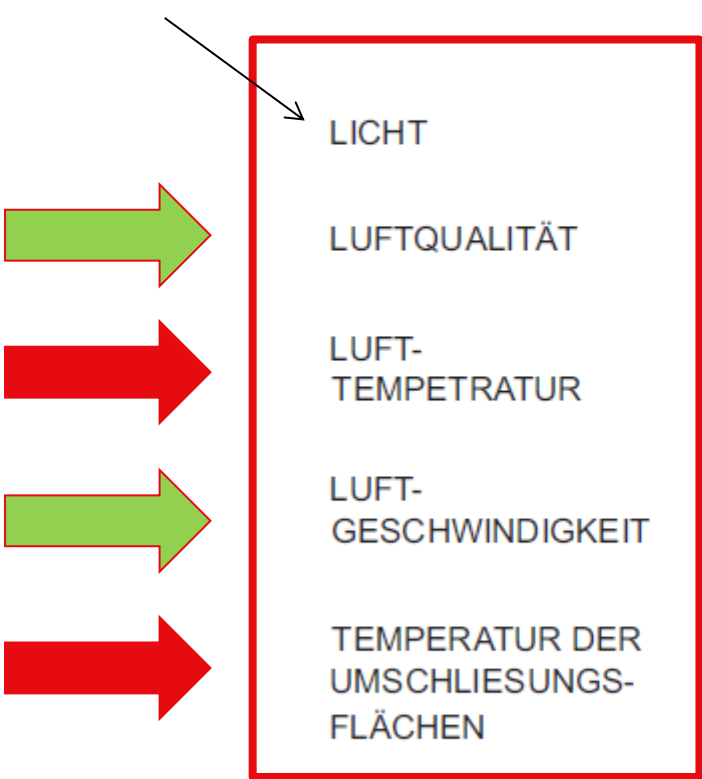


Körpertemperatur konstant = Wärmebilanz ok !

FAKTOREN WELCHE DAS THERMISCHE INNENKLIMA UND DEN KOMFORT BEEINFLUSSEN

Behaglichkeitskriterien

Anlagendynamik



FEUCHTIGKEIT

INFRASCHALL

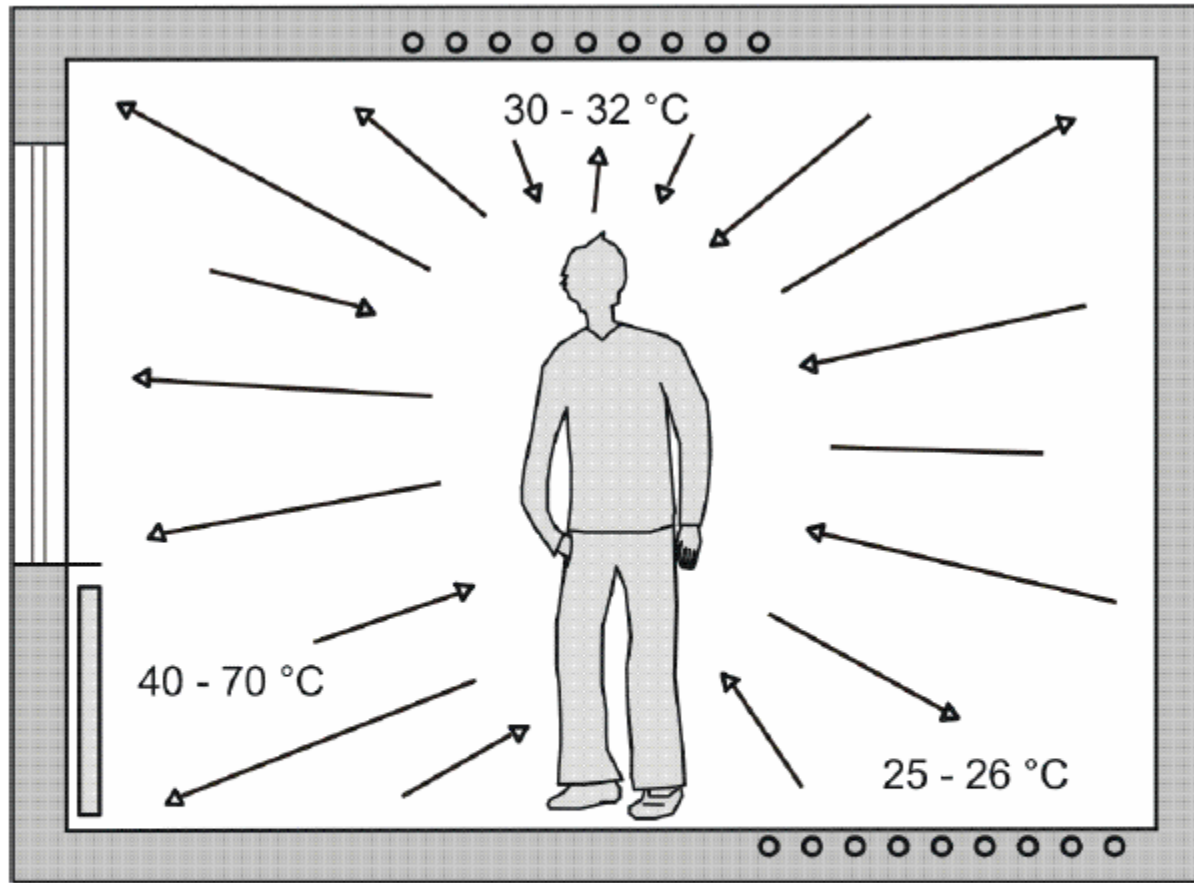
LÄRM

STRAHLUNG

STATISCHE ELEKTRIZITÄT

VIBRATIONEN

Quelle: Prof. Bohne, Uni Hannover, Vortrag Behaglichkeitskriterien

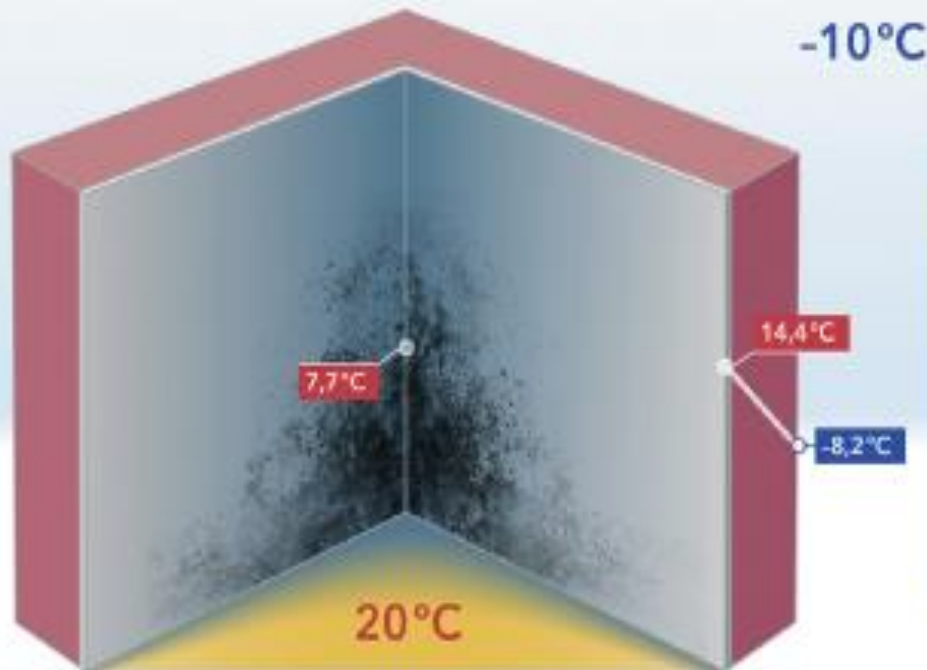


Strahlungsaustausch bei Heizkörper-, Fussboden- oder Deckenheizung

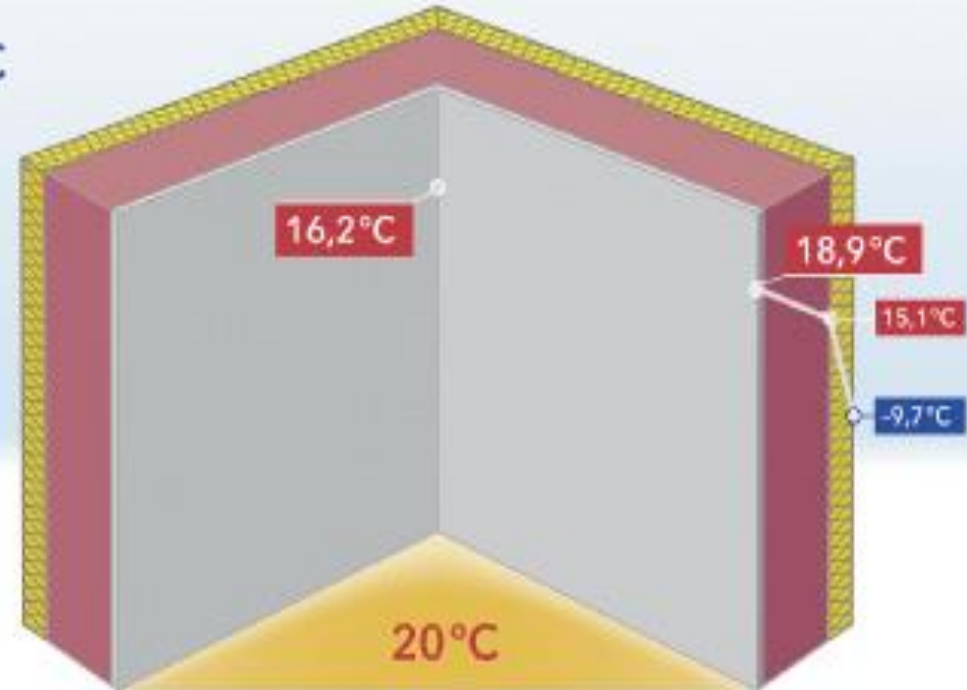
Gemessene und empfundene Raumtemperatur

Stationärer Zustand

Ungedämmte Wand



Gedämmte Wand



Die ungedämmte Wand ist kälter. Dadurch schlägt sich Feuchtigkeit nieder, die Schimmelpilzbildung begünstigt.

Operative oder empfundenen Raumtemperatur

$$\Theta_o = \frac{\Theta_a + \Theta_r}{2}$$

Θ_a Raumlufttemperatur

Θ_r Mittlere Strahlungstemperatur
Der Umschließungsfläche

Behaglichkeitskriterien

Empfehlung

Operative Temperatur

22....25 GRD C

Luftgeschwindigkeit

ca. 15....20 cm/s

Relative Feuchte

35% - 65%

Behaglichkeitsfeld Umschließungsflächentemperatur - Raumtemperatur

AD | UMTEMP_RAUMTEMP | 12.4.2005

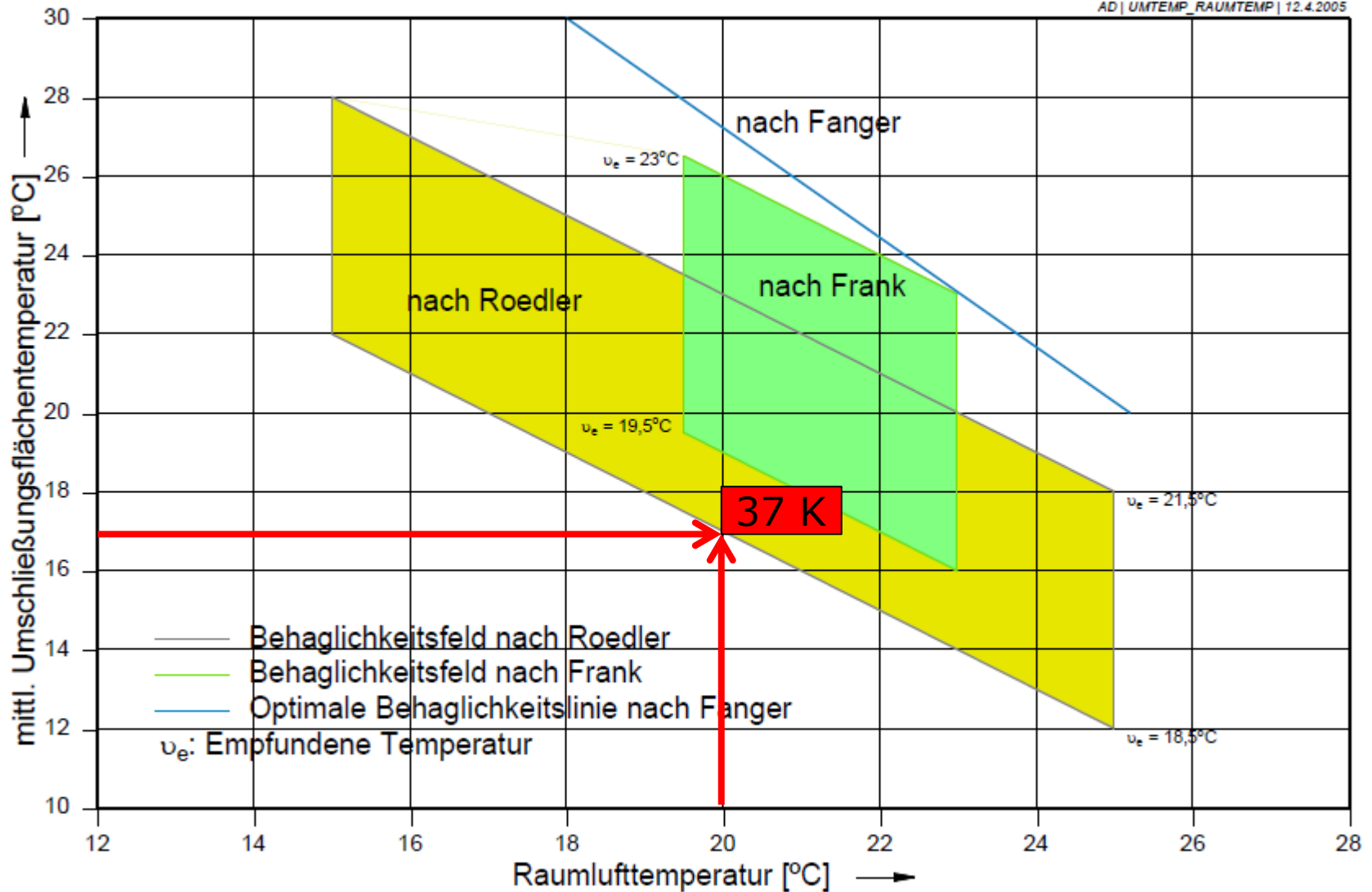
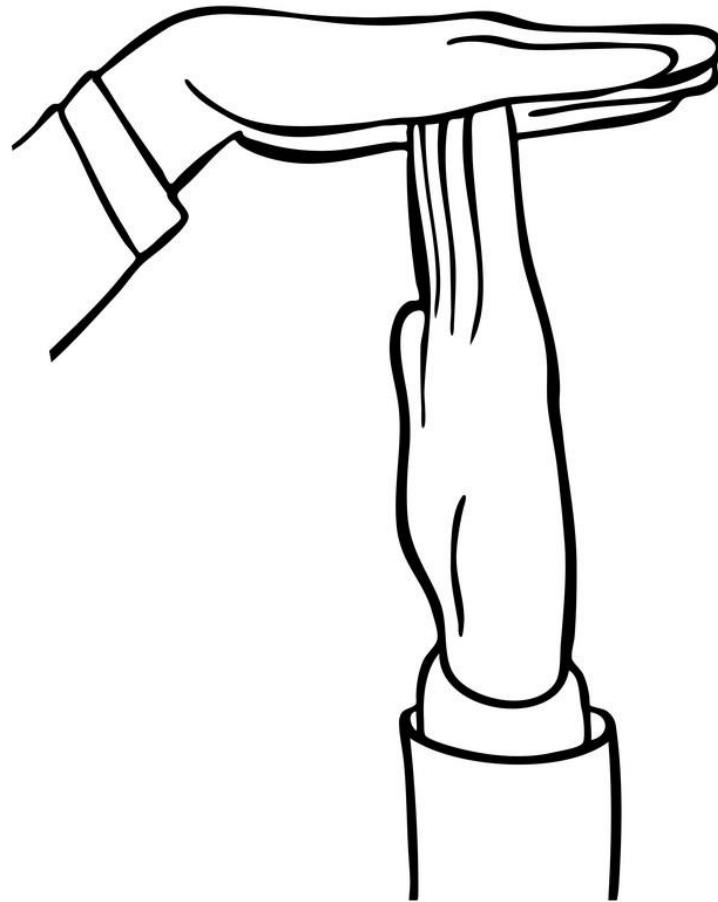


Abbildung 2: Behaglichkeitsfeld nach Fanger, Roedler und Frank [7]

Was hat das jetzt mit dem hydraulischen Abgleich / der Anlagendynamik zu tun ?



Die (neue) **Definition** des hydraulischen Abgleichs

- Die richtige ~~Wassermenge~~
- Zur richtigen Zeit
- Am richtigen Ort

Wärmemenge
Raumtemperatur
Wohlfühlklima

... und bitte ohne
störende Geräusche !



Was machen wir eigentlich ?

**Wir reduzieren das
"Überangebot" auf ein
genormtes Maß mit definierten
Rahmenbedingungen**

- Raumweise Heizlast
- mit Transmissionswärmebedarf
- und Lüftungswärmebedarf
- und einem **Nutzungsprofil**

Tabelle 1

Empfohlene operative Raumtemperaturen θ_o für die Heizzeit sowie Normwerte der Raumlufttemperatur θ_a für die Ermittlung der Heizlast [°C]

Raumart	operative Temperatur θ_o	Lufttemperatur θ_a [DIN 4701-2]
Wohnräume	20 ... 24	20
Schlafräume	16 ... 20	20
Badezimmer	22 ... 24	24 (22)
Küchen	18 ... 20	20
WC-Räume	18 ... 20	20
Flure, Vorräume	15 ... 18	15
Treppenräume	10 ... 15	10

Quelle: unbekannt

Mein Stichwort: *Wenig genutzte Räume in Gemeindehäusern mit langsamer Aufheizung oder kalte, abgelegene Räume !*

Frage: Mit welcher „Temperatur“ rechnen wir denn jetzt ?

Annahme 4: gleiche HK – Raumheizlast 6,4 KW – ca. 1600 W/HK

Auslegung
Raum: 001
Heizkörper-Position: 01

Produktauswahl Heizkörper
Herstellernerutral
Flachheizkörper
Flach-HK (Mittelwerte 2004)

Temperaturen
Tv: 70.0 °C Tr: 55.0 °C Ti: 20 °C

Heizkörper
Auswahl Typ: Typ 22 Ergebnis Typ: Typ 22
Bautiefe: mm Ergebnis Bautiefe: 114 mm
Bauhöhe: 600 mm Ergebnis Bauhöhe: 600 mm
Baulänge: 1100 mm Ergebnis Baulänge: 1100 mm

Tr real: 55.0 °C Massenstrom: 91.4 kg/h
BW-Nutzen: 3.2 % Ergebnis: 1595 W

Leistung
Wunsch: 1595 W Raumheizlast: 0 W

Voreinstellung: 7,0
(Betrieb nach Norm, stationärer Zustand)

Auslegung
Raum: 001
Heizkörper-Position: 01

Produktauswahl Heizkörper
Herstellernerneutral
Flachheizkörper
Flach-HK (Mittelwerte 2004)

Temperaturen
Tv: 70.0 °C Tr: 55.0 °C Ti: 23 °C

Heizkörper
Auswahl Typ: Typ 22 Ergebnis Typ: Typ 22
Bautiefe: mm Ergebnis Bautiefe: 114 mm
Bauhöhe: 600 mm Ergebnis Bauhöhe: 600 mm
Baulänge: 1100 mm Ergebnis Baulänge: 1100 mm

Tr real: 55.0 °C Massenstrom: 82.9 kg/h
BW-Nutzen: 3.2 % Ergebnis: 1447 W

Leistung
Wunsch: 1447 W Raumheizlast: 0 W

Voreinstellung: 6,5

Was tun ?

Pumpendruck erhöhen ? – Nein !

Auslegung

Raum: 001 Gemeinderaum
Heizkörper-Position: 05

Produktauswahl Heizkörper

Herstellereutral
Flachheizkörper
Flach-HK (Mittelwerte 2004)

Temperaturen

Tv: 70.0 °C Tr: 61.0 °C Ti: 23 °C

Heizkörper

Auswahl Typ: Typ 22 Ergebnis Typ: Typ 22

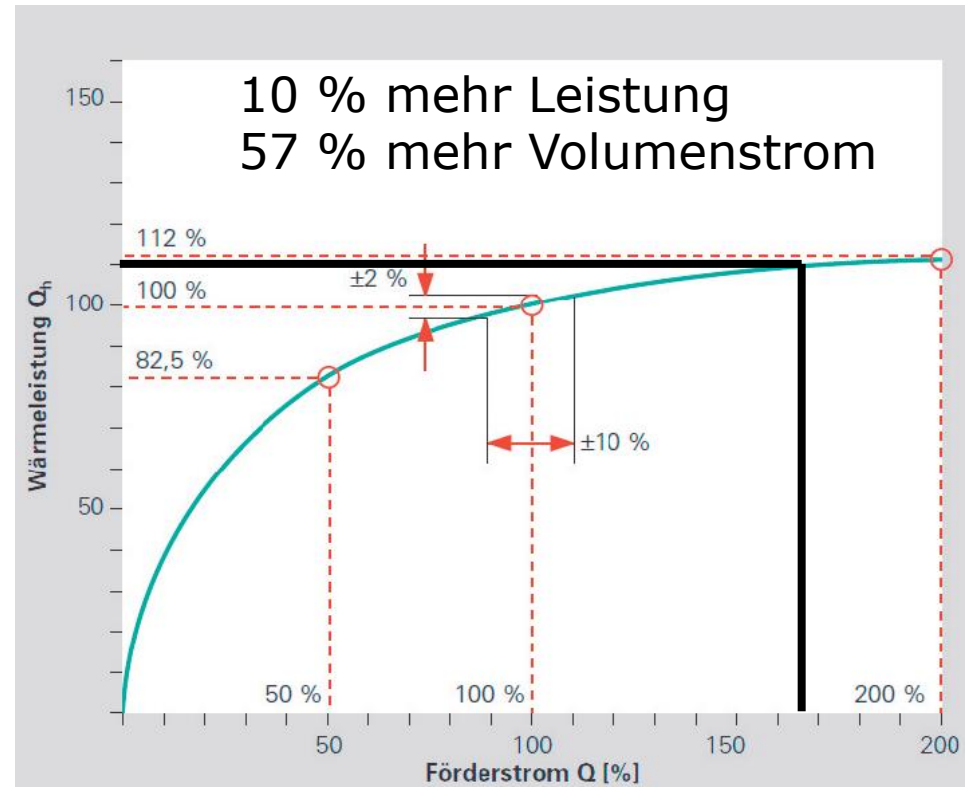
Bautiefe: mm Ergebnis Bautiefe: 114 mm
Bauhöhe: 600 mm Ergebnis Bauhöhe: 600 mm
Baulänge: 1100 mm Ergebnis Baulänge: 1100 mm

Tr real: 60.5 °C Massenstrom: 144.2 kg/h
B'W-Nutzen: 2.5 % Ergebnis: 1609 W

Leistung

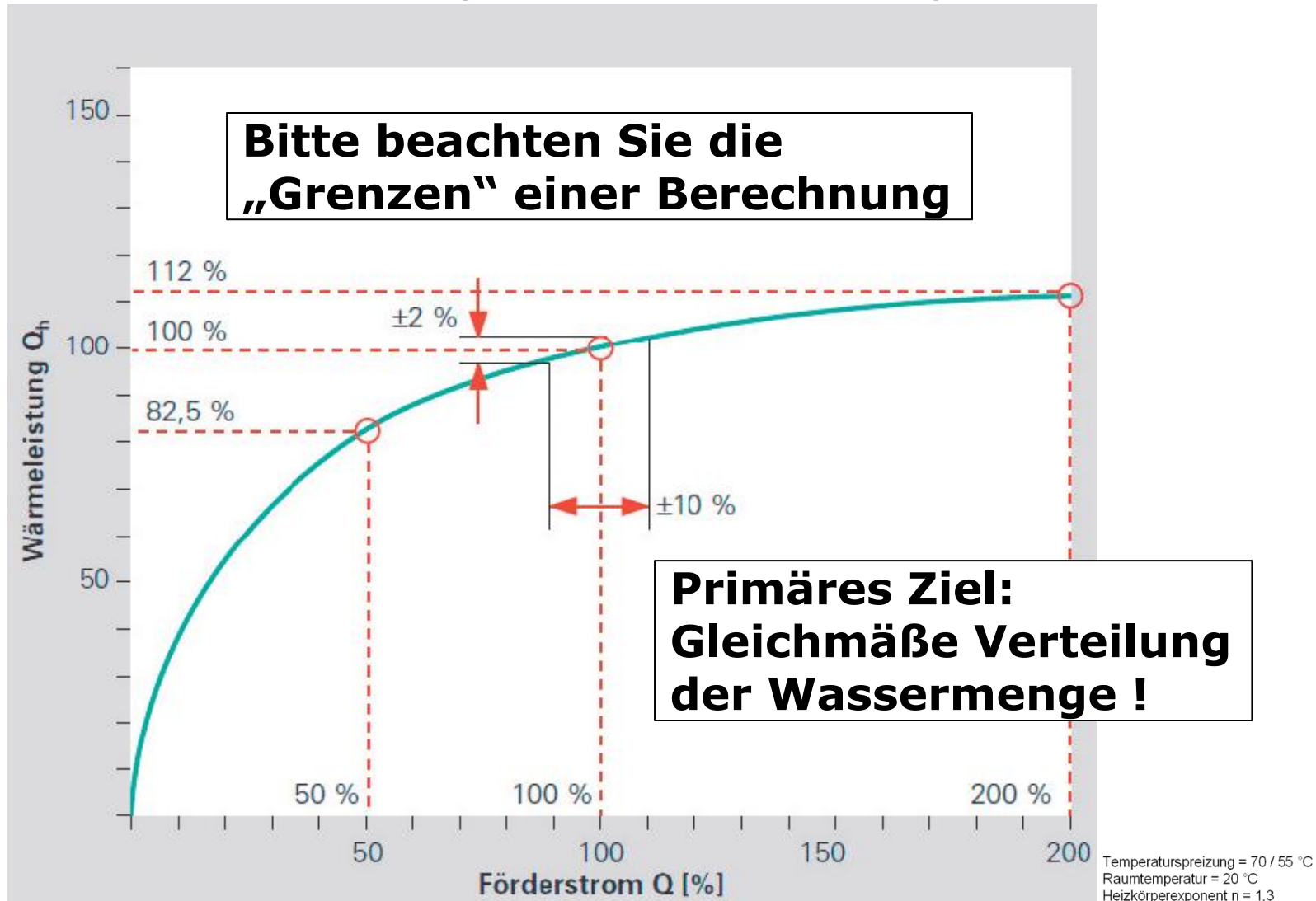
Wunsch: 1595 W Raumheizlast: W

Voreinstellung: N



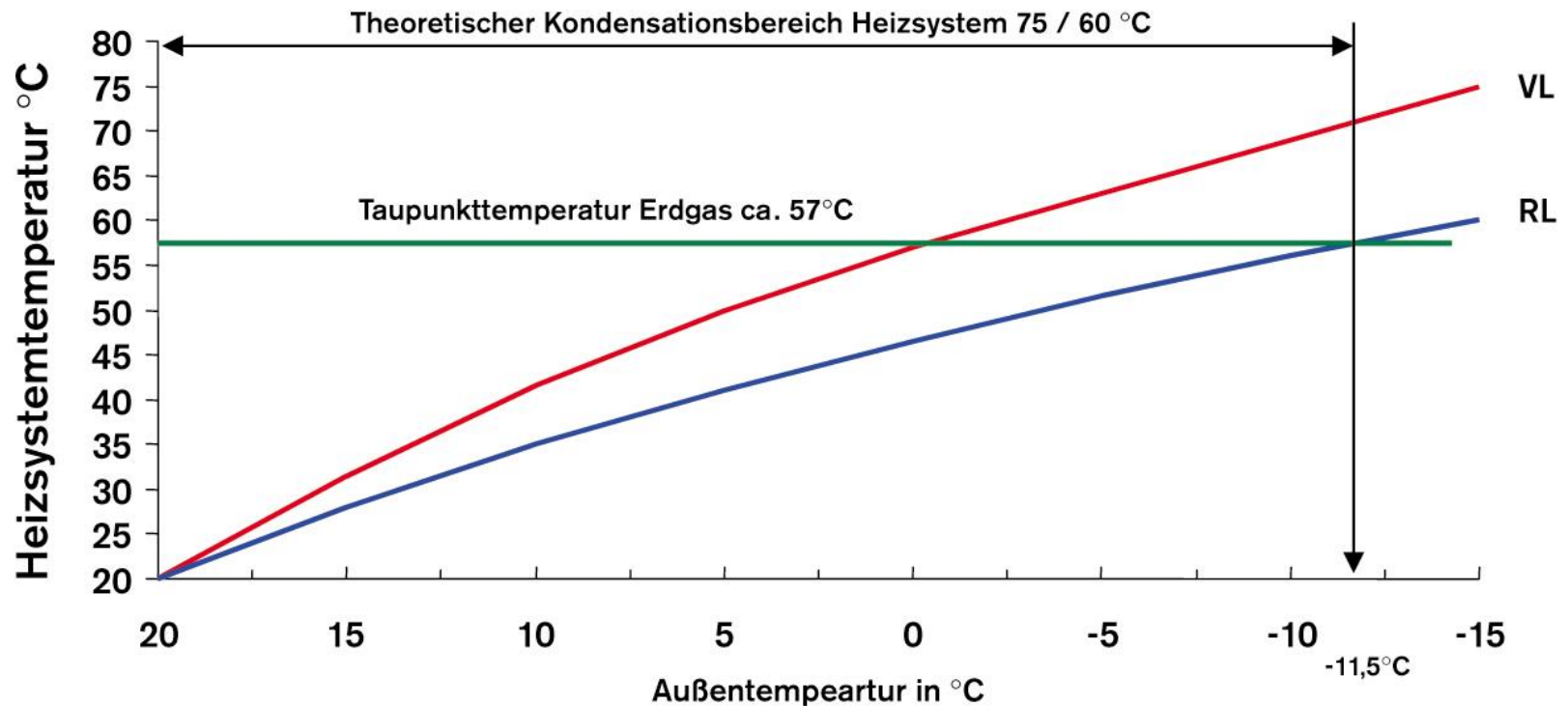
Sie kennen die „Grenzen“?

Wassermenge und Wärmeleistung



Was tun ?

Heizkurve neu einstellen ?



Vorlauftemperatur

Auslegung
Raum: 001 Gemeinderaum
Heizkörper-Position: 03

Produktauswahl Heizkörper
Herstellerneutral
Flachheizkörper
Flach-HK (Mittelwerte 2004)

Temperaturen
Tv: 77.0 °C Tr: 55.0 °C Ti: 23 °C

Heizkörper
Auswahl Typ: Typ 22 Ergebnis Typ: Typ 22
Bautiefe: mm Ergebnis Bautiefe: 114 mm
Bauhöhe: 600 mm Ergebnis Bauhöhe: 600 mm
Baulänge: 1100 mm Ergebnis Baulänge: 1100 mm

Tr real: 55.0 °C Massenstrom: 62.2 kg/h
BW-Nutzen: 3.2 % Ergebnis: 1594 W

Leistung
Wunsch: 1594 W Raumheizlast: W

Voreinstellung: 5,0

Spreizung

Auslegung
Raum: 001 Gemeinderaum
Heizkörper-Position: 04

Produktauswahl Heizkörper
Herstellerneutral
Flachheizkörper
Flach-HK (Mittelwerte 2004)

Temperaturen
Tv: 76.0 °C Tr: 56.0 °C Ti: 23 °C

Heizkörper
Auswahl Typ: Typ 22 Ergebnis Typ: Typ 22
Bautiefe: mm Ergebnis Bautiefe: 114 mm
Bauhöhe: 600 mm Ergebnis Bauhöhe: 600 mm
Baulänge: 1100 mm Ergebnis Baulänge: 1100 mm

Tr real: 56.0 °C Massenstrom: 68.9 kg/h
BW-Nutzen: 3.1 % Ergebnis: 1603 W

Leistung
Wunsch: 1603 W Raumheizlast: W

Voreinstellung: 5,5

„Aufheizzustand“ – Betrieb nicht nach Norm wegen „empfundener“ Raumtemperatur

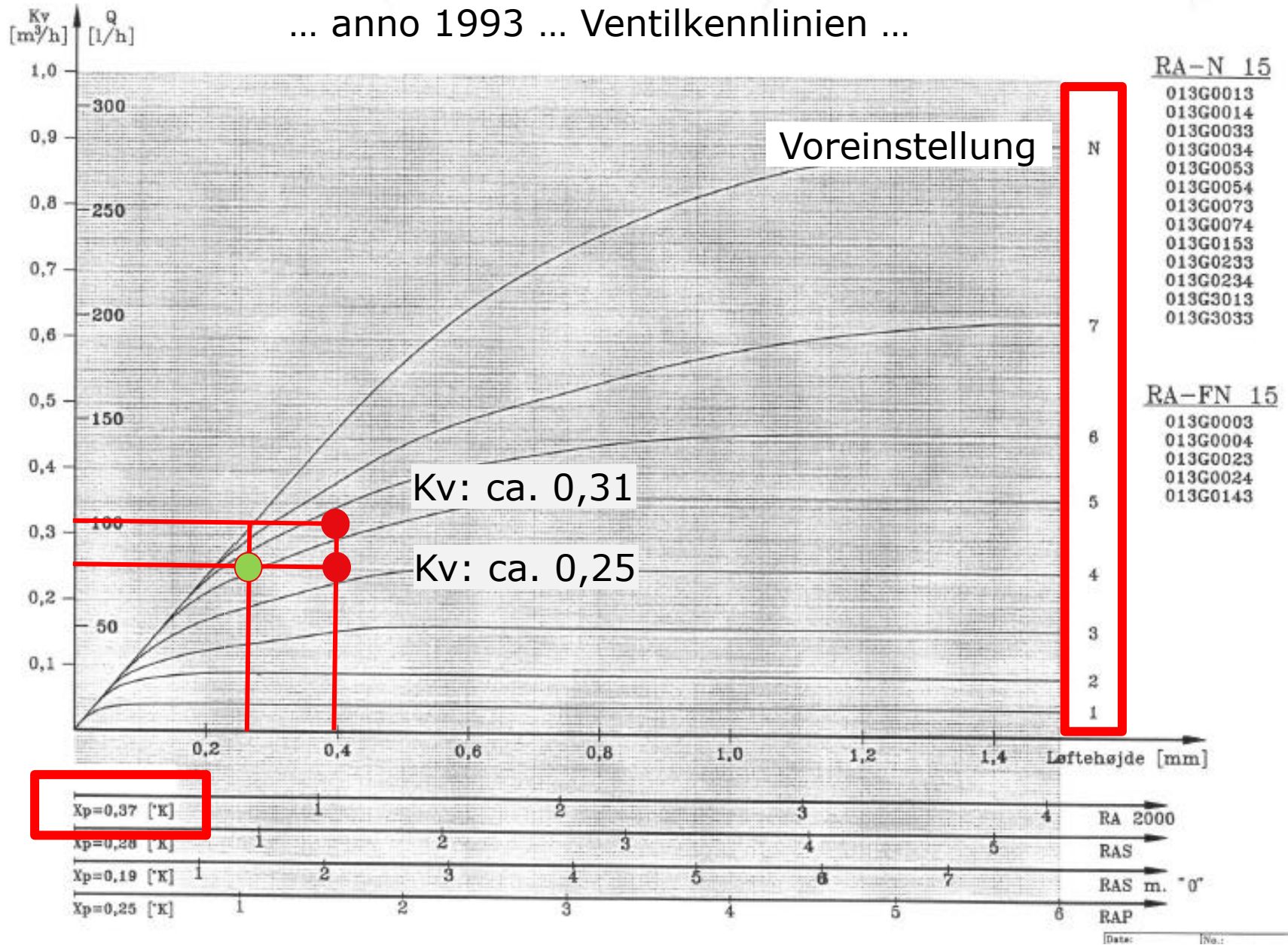
Temperaturen	Auslegungsdaten	Ergebnisse
Tv: 76.0 °C	Maximale Regelabweichung: <input type="radio"/> ohne <input checked="" type="radio"/> 2 K <input type="radio"/> 1 K <input type="radio"/> 0.2 K	Voreinstellung: 5.50
Tr: 56.0 °C	Differenzdruck: <input checked="" type="checkbox"/> 50.0 mbar	Regeldifferenz: 1.8 K
ti: 23 °C		Differenzdruck: 50.0 mbar
Heizkörper		Kv-Wert: 0.311 m³/h
Auswahl Typ: Typ 22		
Ergebnis Typ: Typ 22		
Tr real: 56.0 °C		
Massenstrom: 68.9 kg/h		

„Beharrungszustand“ – Betrieb nach Norm

Temperaturen	Auslegungsdaten	Ergebnisse
Tv: 76.0 °C	Maximale Regelabweichung: <input type="radio"/> ohne <input checked="" type="radio"/> 2 K <input type="radio"/> 1 K <input type="radio"/> 0.2 K	Voreinstellung: 4.50
Tr: 56.0 °C	Differenzdruck: <input checked="" type="checkbox"/> 50.0 mbar	Regeldifferenz: 1.7 K
ti: 20 °C		Differenzdruck: 50.0 mbar
Heizkörper		Kv-Wert: 0.248 m³/h
Auswahl Typ: Typ 22		
Ergebnis Typ: Typ 22		
Tr real: 50.9 °C		
Massenstrom: 54.9 kg/h		

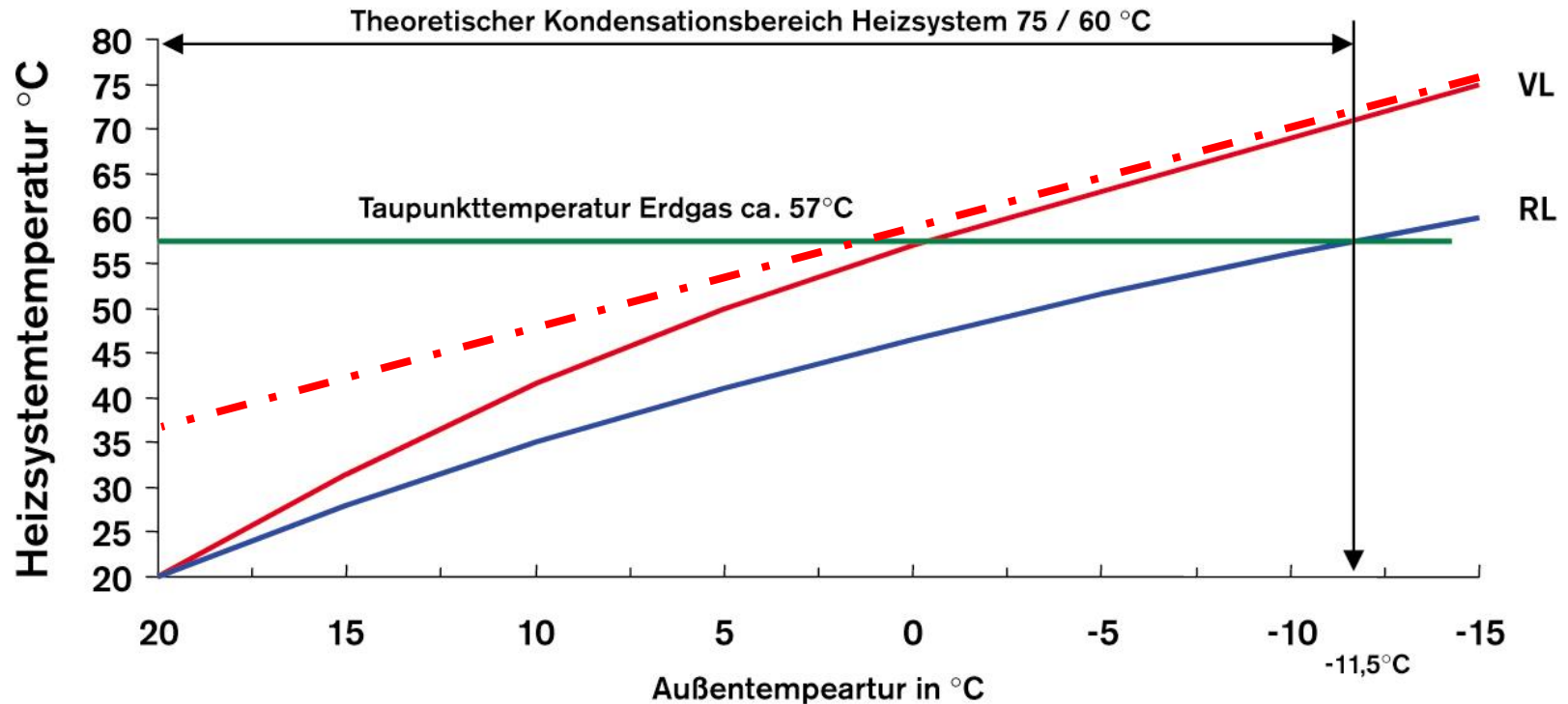
Neuer Betriebspunkt =>

... anno 1993 ... Ventilkennlinien ...

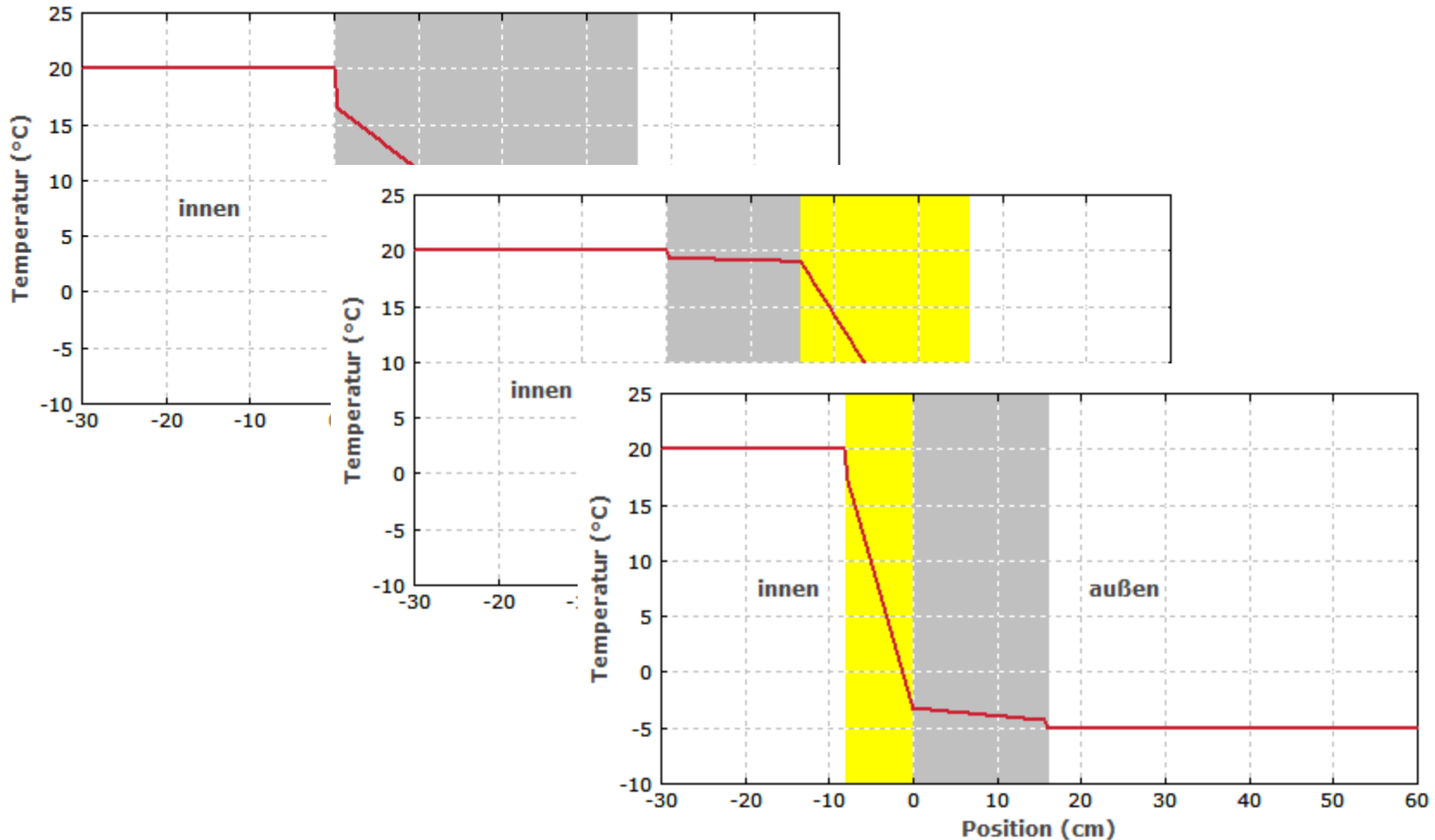


Praxis: Was tun ?

Heizkurve *wie* neu einstellen ?



Praxis: Dämmung, aber wo ?



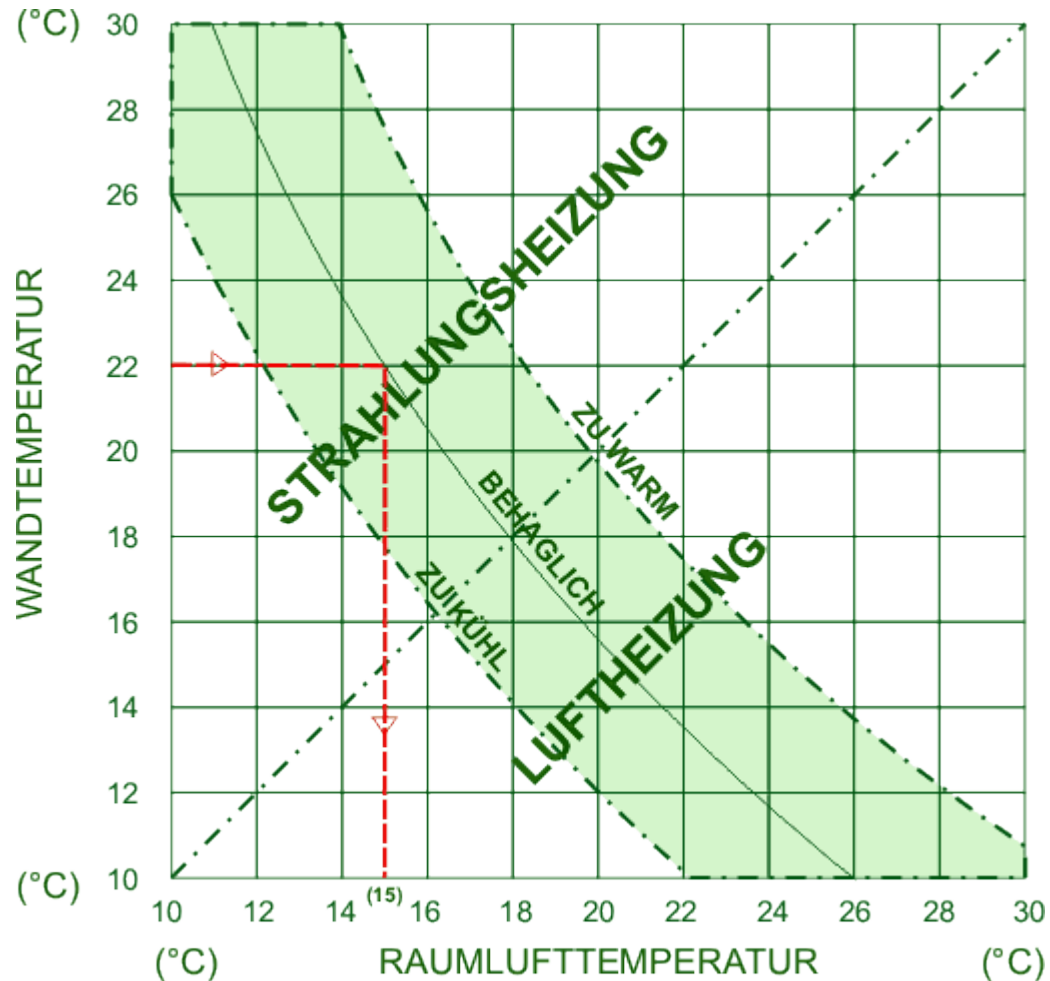
www.energie-lexikon.info, enlex.info

RP-Energie-Lexikon

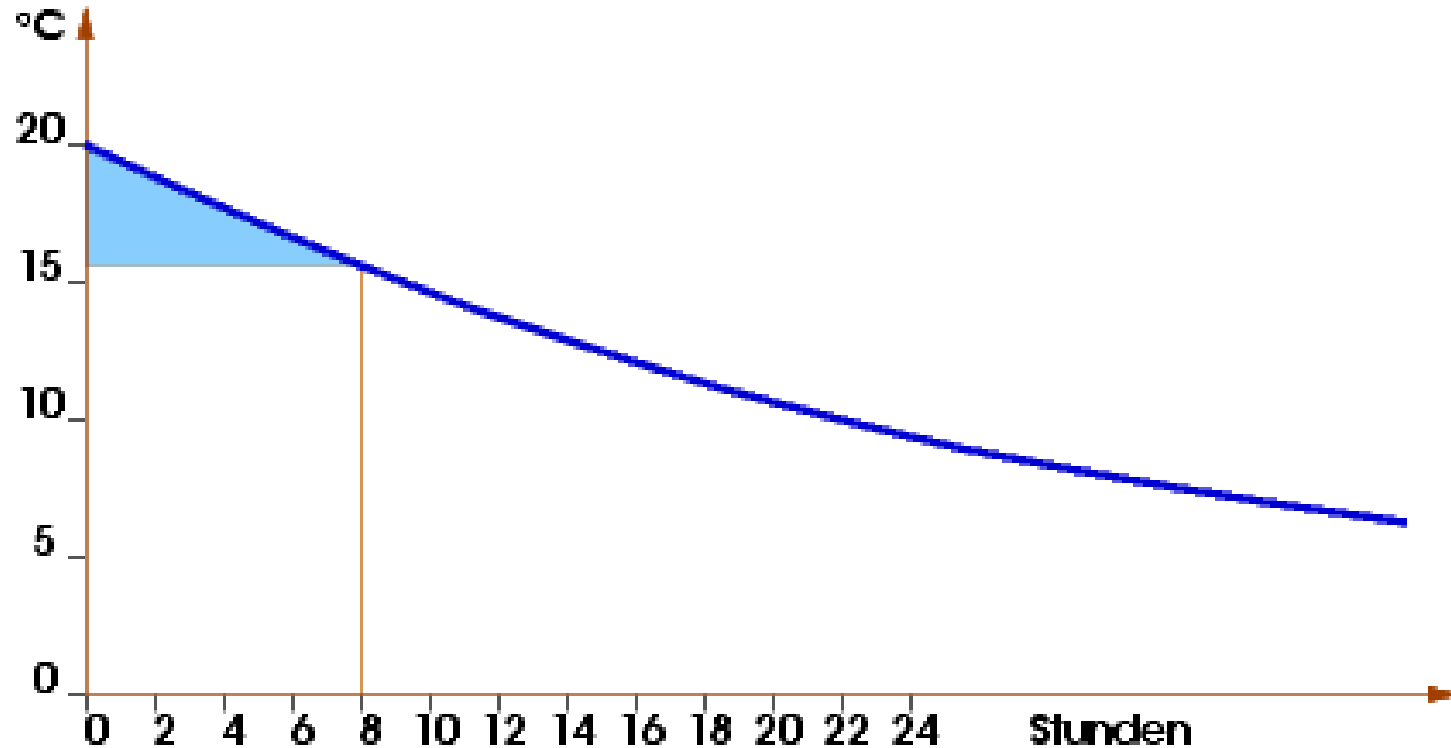
fachlich fundiert, unabhängig von Lobby-Interessen

© Dr. Rüdiger Paschotta (G+), RP Photonics Consulting GmbH

Praxis: Strahlung oder Konvektion ?



Praxis: Absenkung in Abhängigkeit der Dämmung und des Nutzungsprofils



Aus dem richtigen Leben Behaglichkeit und Anlagendynamik



Rödermark, 6.2.2016, 14:11, Wohnzimmer,
im Raum sind 4 Personen



Die Sonne scheint seit 2 Stunden

Das Thermostatventil steht auf „21°C“

Der Heizkörper ist „kalt“

Die Luftqualität stimmt

Aber wir haben über 23°C im Raum

Wenig Heizlast erfordert viel Anlagendynamik – alles hat Grenzen !

Fällt Ihnen noch etwas auf ?



Papa: Kümmere dich, mir ist kalt !

Und jetzt - was tun ? Thesen zur Diskussion

- Der hydraulischer Abgleich macht auch hier einen Sinn
- Wir brauchen die gleichmäßige Wasserverteilung.
- Leistungsabpassung / Dynamik wird durch Übertemperatur erreicht.
- Betrieb nicht nach Norm bereitet Probleme. Wohnraum 21°C ?
- Frage: Für welchen Betriebspunkt legt man die Anlage aus?
- „Eine“ Lösung: Dynamische Vorlauftemperatur.
(Raumaufschaltung zur witterungsgeführten Regelung).
- Nicht komplett abschalten (Bestandsgebäude): Schimmel, Feuchte, zu niedrige Wandtemperaturen.
- Rechtzeitig, stufenweise „Anheizen“ (manuell, automatisch).
- Innenisolierung in Erwägung ziehen.
- „Schnelle“ Heizflächen mit großer Strahlungsfläche nutzen.
- Alternativ: Grundlast mit Flächenheizung + Luftheizung.

Pause



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Haben Sie noch **Fragen?**

Bernd Scheithauer

069-4 78 68 667

Bernd.Scheithauer@danfoss.com

www.heating.danfoss.de

www.learning.danfoss.com

www.hydraulischer-abgleich.de

