

(Partielle) Ähnlichkeit bei Skalierten Raumluftrömungen

Autor: Christian Fieberg, Westfälisches Energieinstitut

1 Motivation

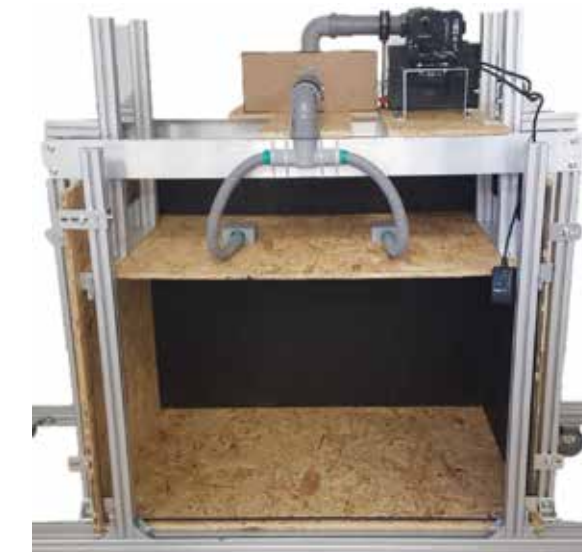
- Der Mensch verbringt über 90 % der Zeit in geschlossenen Räumen
- Thermische Behaglichkeit soll dabei ganzjährig gewährleistet sein
- Bei großen Räumlichkeiten kann dies nur nach dem Bau sichergestellt werden
- CFD-Simulationen sind meist zu aufwändig
- Anschauungsmodelle existieren z. B. für Entrauchungsversuche



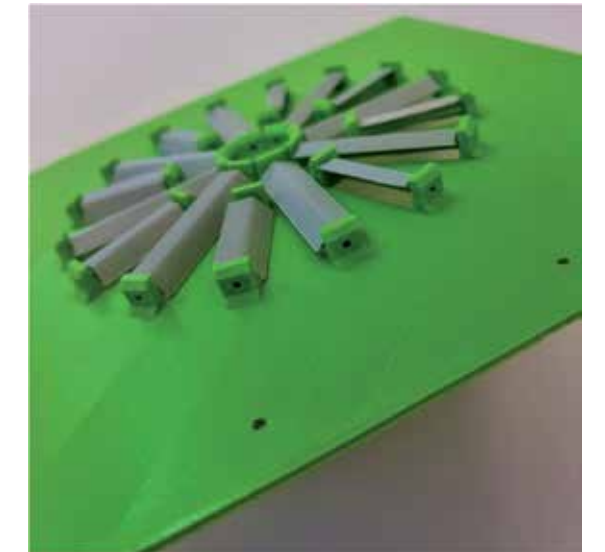
➔ Untersuchungen am Modell

2 Modellaufbau

- Nachbau eines Büroraum im Maßstab 1:5
- Klimatisierung über zwei Dralluftdurchlässe
- Weitere Luftführungen möglich



Modell mit Luftführung
L x B x H: 0,63 m x 1,0 m x 0,6 m



Luftdurchlass mit verstellbaren Lamellen
L x B: 125 mm x 125 mm, Durchm. 80 mm

3 Beschreibung der Ähnlichkeit

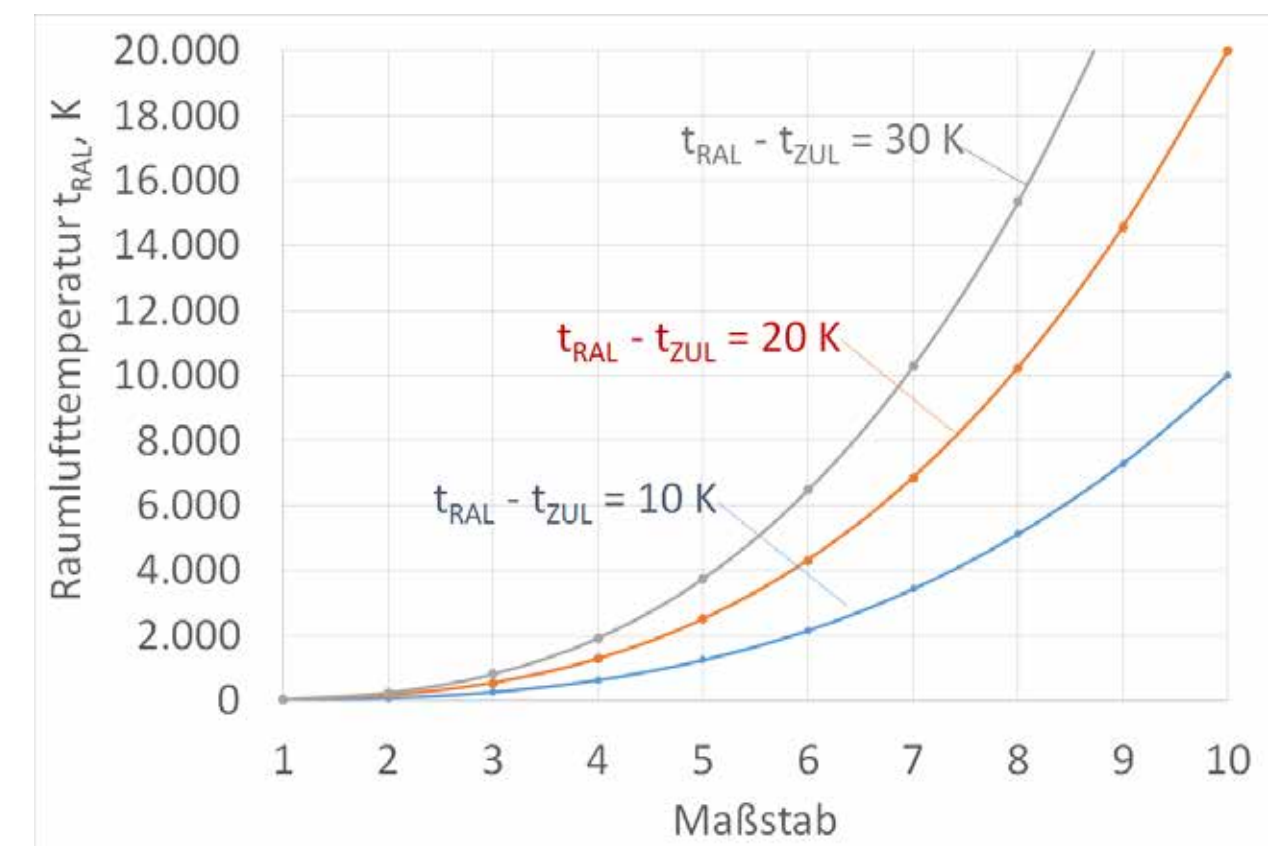
Relevante Kennzahlen

- Konvektion: $Re = \frac{v \cdot x}{\nu} = \text{const.}$
- Auftriebsströmung: $Ar = \frac{g \cdot \Delta t \cdot x}{T \cdot \nu^2} = \text{const.}$
- Stoffeigenschaften: $Pr = \frac{\eta \cdot c_p}{\lambda} = \text{const.}$
- Definition des Maßstabs: $M = x_R / x_M$
 - R: Raum
 - M: Modell

Ähnlichkeit für gleiche Medien

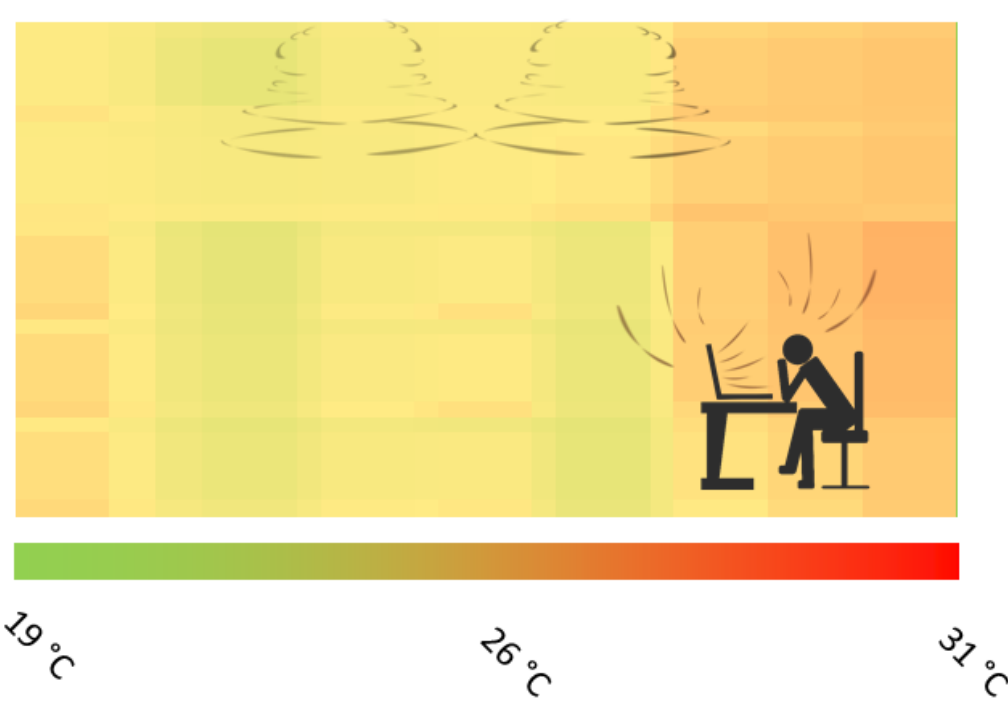
- $Re_R = Re_M \rightarrow v_M = M \cdot v_R$
- $Ar_R = Ar_M \rightarrow \frac{\Delta t_M}{T_M} = M^3 \cdot \frac{\Delta t_R}{T_R}$
- $Pr_R = Pr_M$

v	m/s	(Luft) Geschwindigkeit
x	m	Charakteristische Länge
ν	m ² /s	kin. Viskosität
g	m/s ²	Erdbeschleunigung
Δt	K	Temperaturdifferenz
T	K	Absolute Temperatur
η	Pa s	Viskosität
c_p	J/kg K	Wärmekapazität
λ	W/m K	Wärmeleitfähigkeit

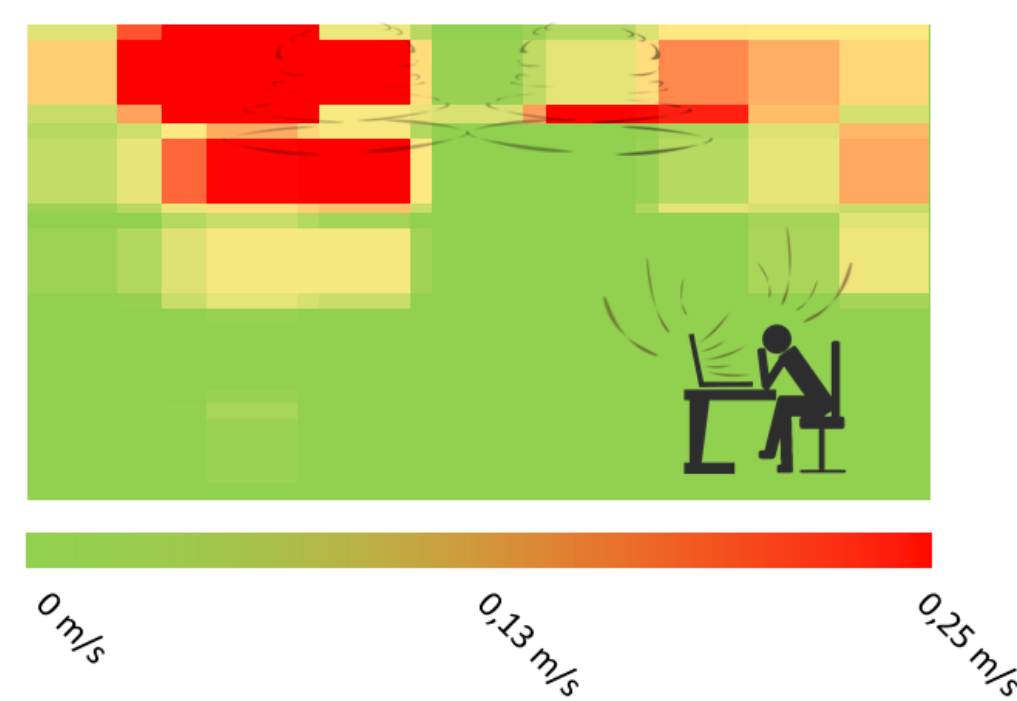


Nötige Raumlufthtemperatur (t_{RAL}) in Abhängigkeit des Modellmaßstabs für vollständige Ähnlichkeit

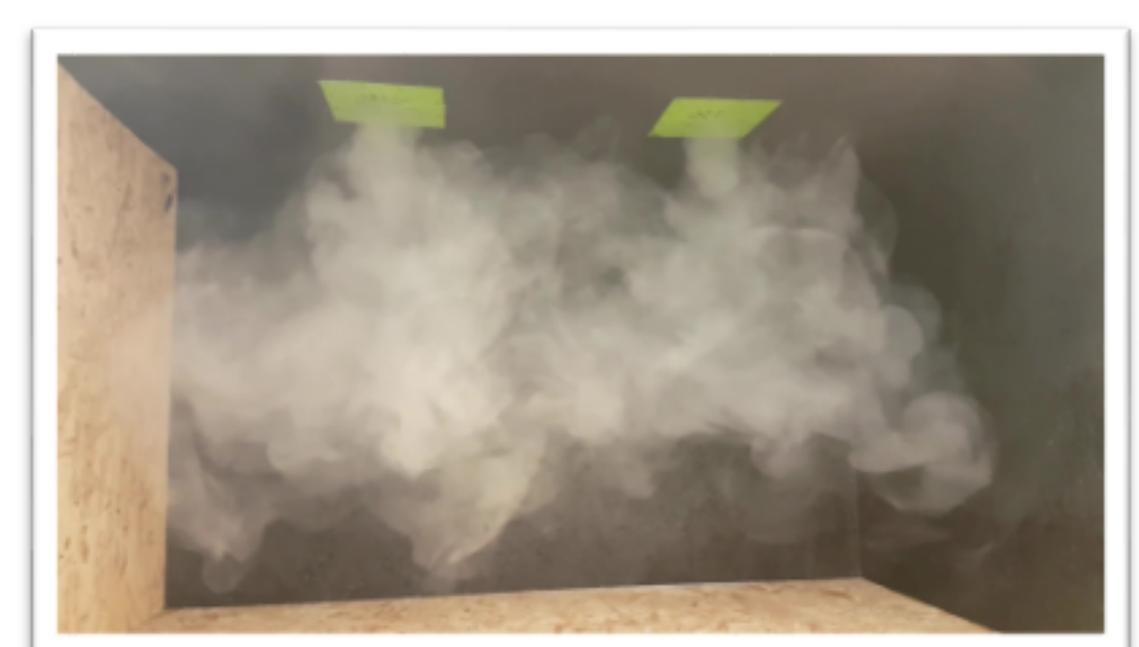
4 Erste experimentelle Untersuchungen an einem Büroraum und Modell (M 1:5)



Temperaturverteilung der Realausführung

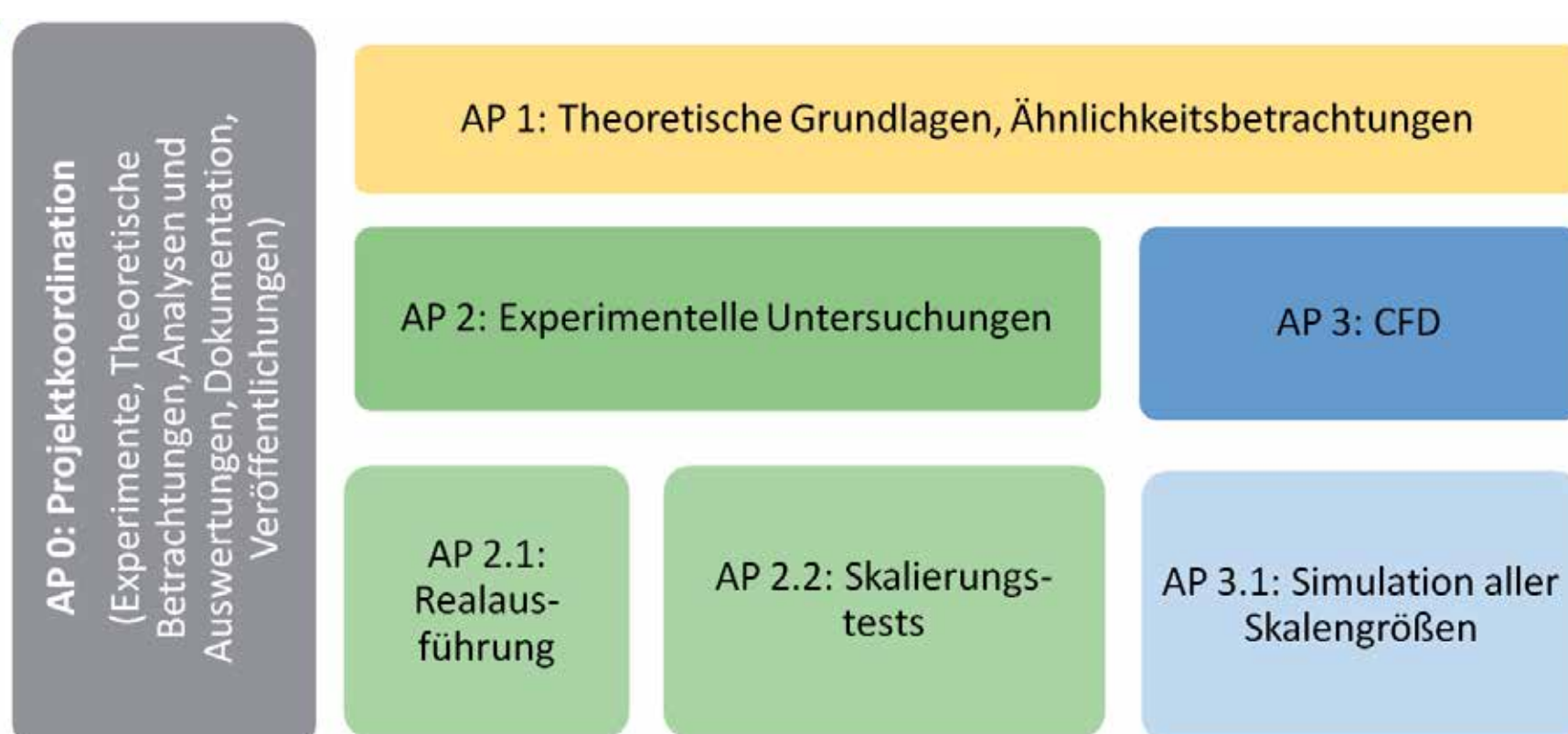


Geschwindigkeitsverteilung der Realausführung



Visualisierung der Raumluftrömung im Modell, 4,9 m³/h

5 Avisierter Projektplan



6 Offene Fragen

Übergeordnete Fragestellungen

Wo sind die Grenzen für die technische Übertragbarkeit der Modellversuche ($f(Re, Ar, Pr, M, \dots)$)
Wie skaliert die thermische Behaglichkeit im Modell?

Konkrete Fragestellungen

Wie können die Modellparameter zuverlässig erzeugt und störungsfrei gemessen werden?
Wie kann die Luftbewegung visualisiert werden (Modell und Realausführung)?
Wie können aussagekräftige Messungen in Realausführungen durchgeführt werden?

