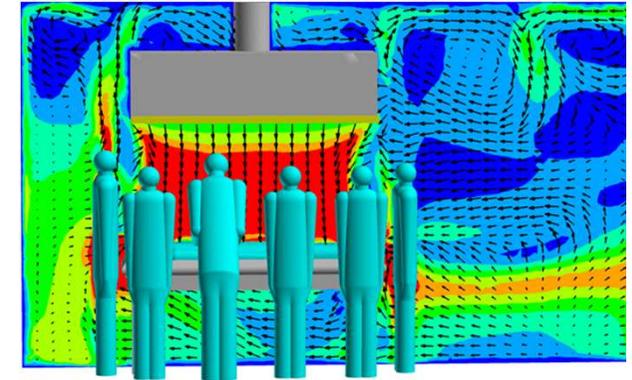
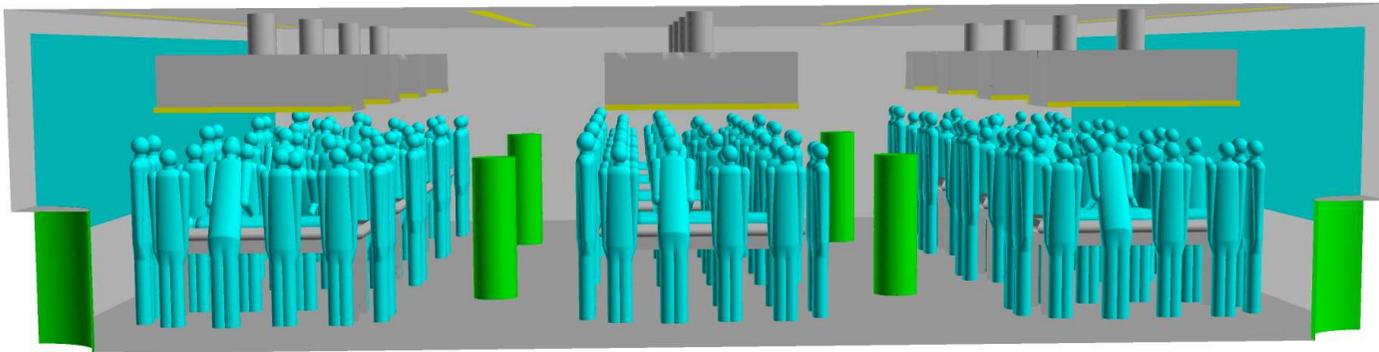


Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG



DGUV Fachgespräch

Konzeptentwicklung eines lufttechnisch aktiven Präpariertisches inkl. des Luftführungssystems für Präpariersäle zur Expositionsminderung
(Teil 2 - Simulation)

Forschung und Entwicklung, Simulation, M.Eng. Mike Dahncke

Berlin, den 13.10.2016

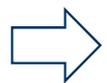
V6

Warum wird simuliert?

- Formaldehyd
- Modellgröße
- Aufwändige Skalierung
- Thermische Randbedingungen



Grenzen der Laborversuche



Diese Grenzen können mittels der numerischen Strömungssimulation (CFD, computational fluid dynamics) überwunden werden.

Vorgehensweise bei CFD-Rechnungen

Physikalische Modelle (informativ)

- Turbulenz
- Strahlung

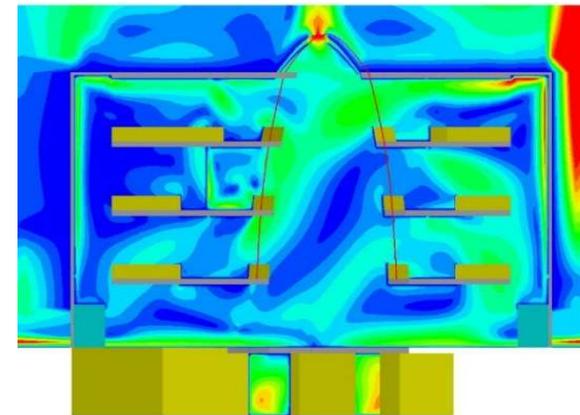
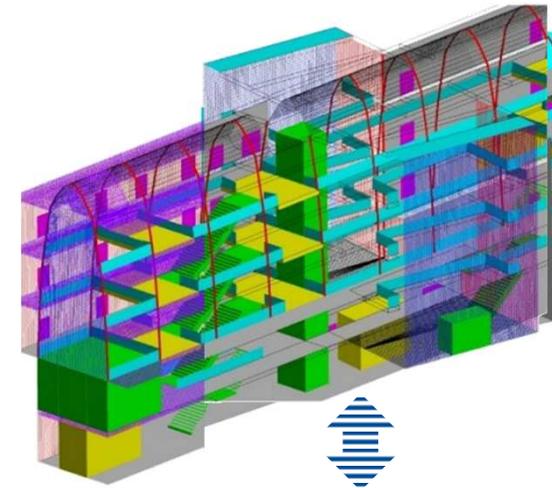
Randbedingungen

- Oberflächentemperaturen
- Drücke

Numerische Berechnung

Ergebnisse:

- Temperaturen
- Strömungsgeschwindigkeiten



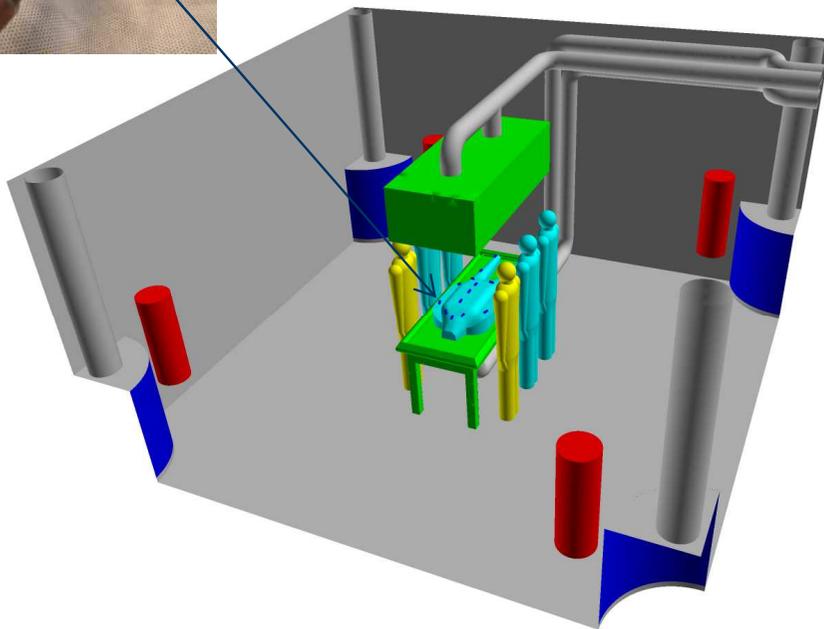
Validierung

Wozu dient die Validierungsrechnung?

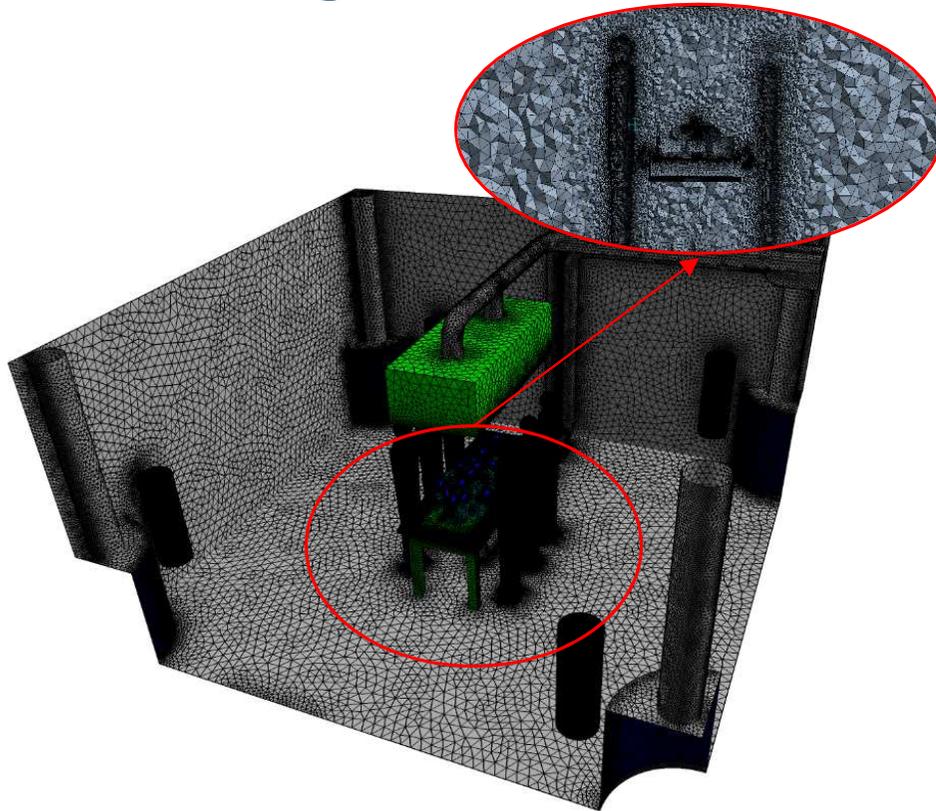
Wie erfolgt die Validierung?

- Die Korrektheit der Simulationsberechnung wird durch Modellannahmen, notwendige geometrische Vereinfachungen und die Diskretisierung beeinflusst.
- Die Validierung erfolgt durch experimentelle Nachweise.
- Zur Validierung werden die experimentellen Ergebnisse des Prüfstandversuches des Systems „ROM“ genutzt.
- Die Validierung erfolgt anhand von Temperatur- und Konzentrationsvergleichen.

CFD Modell des Prüfstandversuches

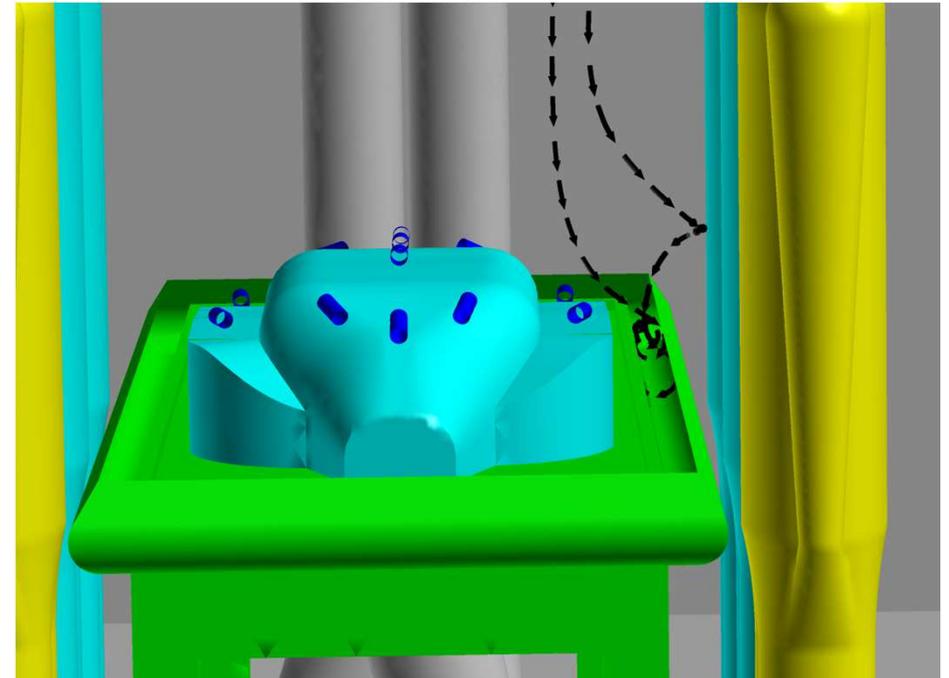
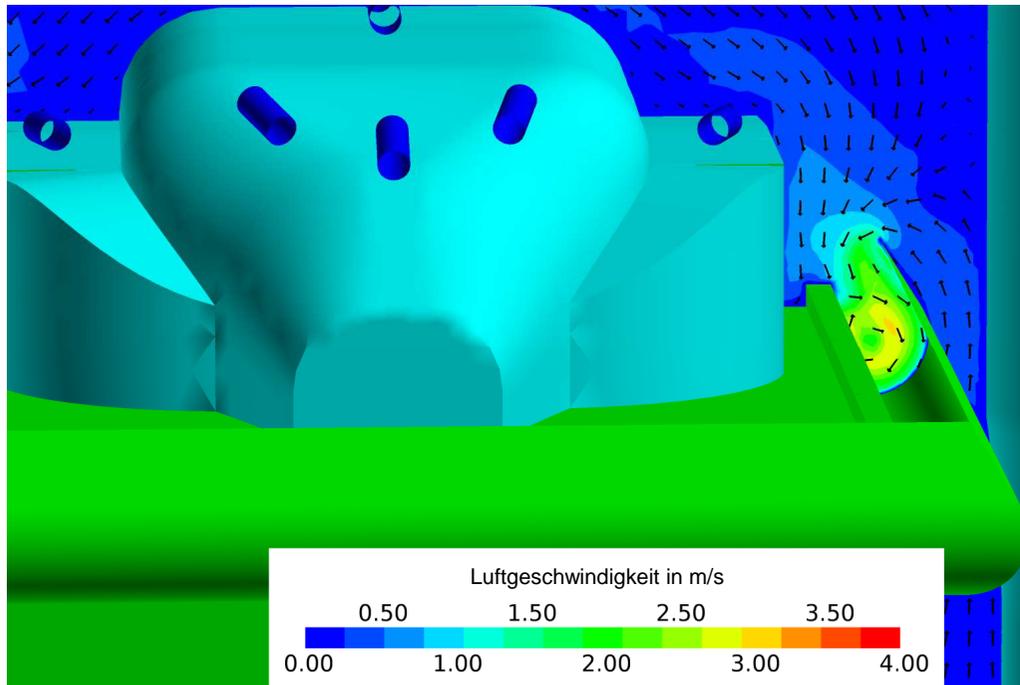


Berechnungsnetz des Prüfstandversuches

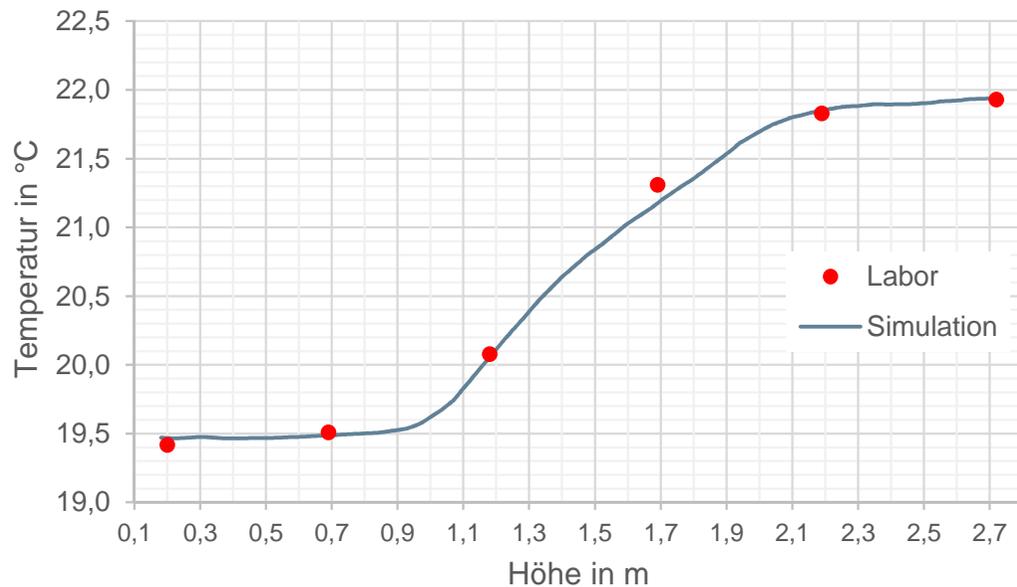


- 16 Mio. Volumenzellen (1 mm bis 10 cm)
- Hohe Netzauflösung im Bereich des Präparationstisches
- Transiente Berechnung
- N_2O als Spezies in Luft
- Berechnet als inkompressibles ideales Gas
- $k\omega$ -SST-Turbulenzmodell
- Konstante Wandtemperaturen
- Simulierte Zeit im Modell: 8 h

Stellt sich die Drall-Strömung ein?



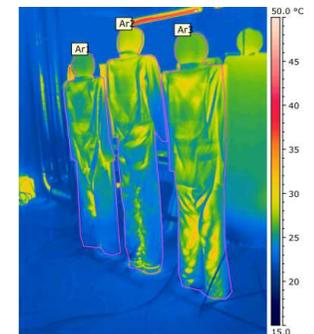
Validierung des vertikalen Temperaturprofils



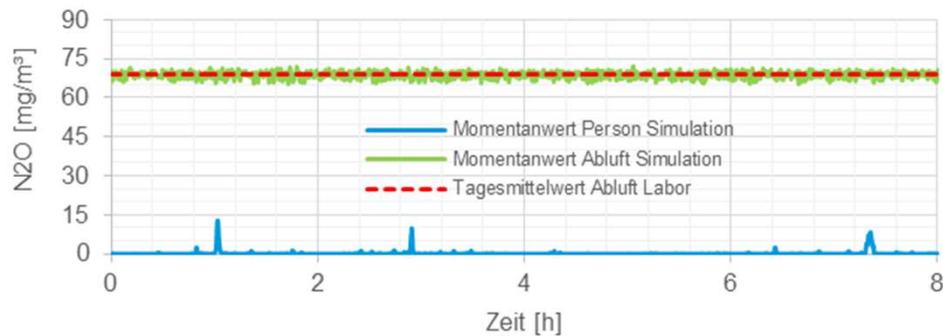
- Gute Übereinstimmung des vertikalen Temperaturprofils
- Ablufttemperatur Tisch entspricht der im Labor gemessenen Temperatur (19,9 °C)

Randbedingungen:

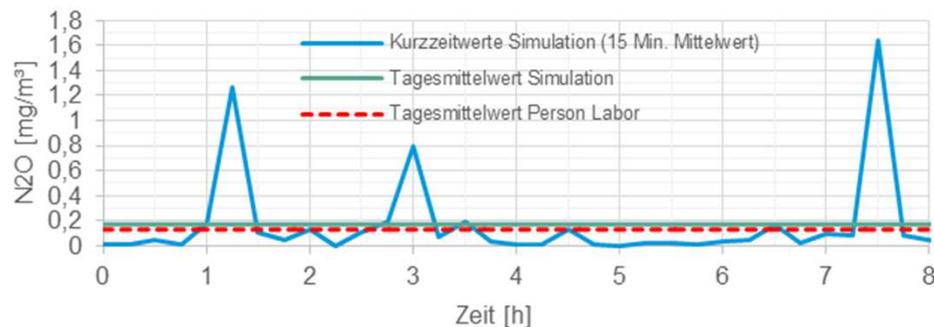
- 25 °C Oberflächentemperatur der Dummies (gemäß Wärmebildaufnahme)
- 20 °C Boden- und Wandtemperatur
- 21 °C Deckentemperatur



Validierung N₂O-Konzentrationen



- Gute Übereinstimmung der Abluftkonzentration.
- Gute Übereinstimmung der Tagesmittelwerte der N₂O-Konzentration an der Person.
- Ausreißer der Konzentration an der Person erzeugen Hintergrundkonzentration im Raum.
- Höhere Konzentration an den Personen nur innerhalb einer kurzen Zeitspanne.



Zur Info:

Für N₂O gilt nach TRGS 900:

AGW (8h Mittelwert): 180 mg/m³

Spitzenbegrenzung (15min Mittelwert): 360 mg/m³

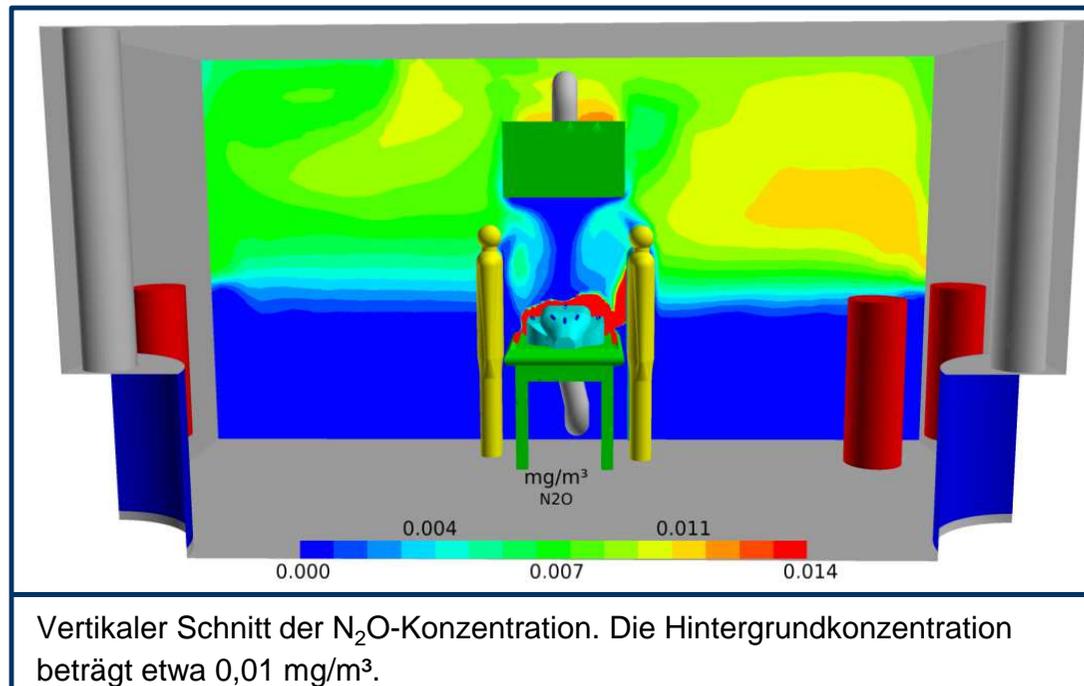


Technik für Mensch & Umwelt

N₂O-Labor: 0,132 kg/h
CH₂O: 0,0006 kg/h*

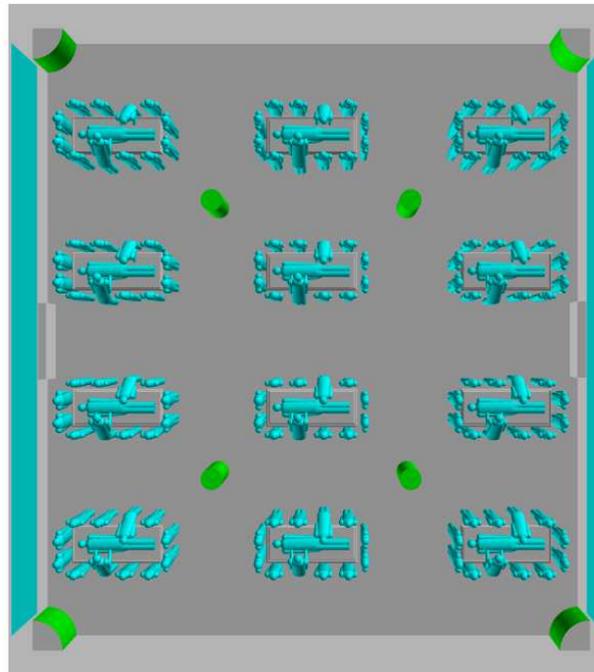
* Formaldehyd in der vorklinischen Ausbildung, Stockmann, Thullner, Hohenberger, 2015

Ergebnisse: N₂O-Hintergrundkonzentration

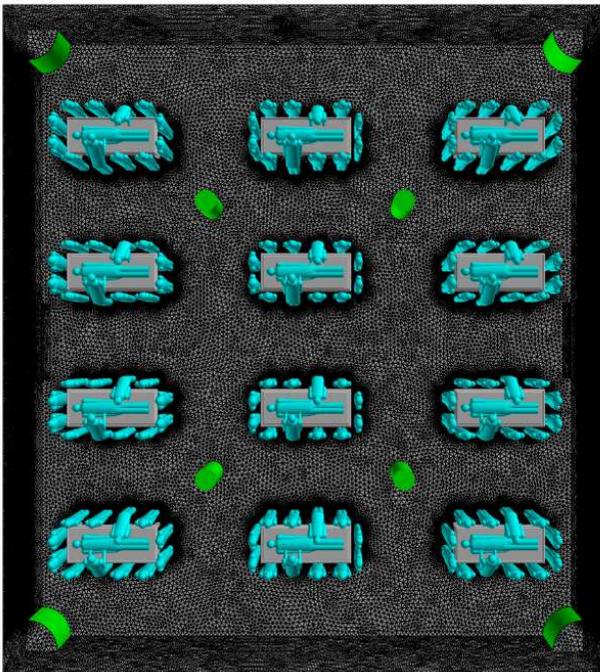


Anatomiesaal

CFD-Modell des Anatomiesaals

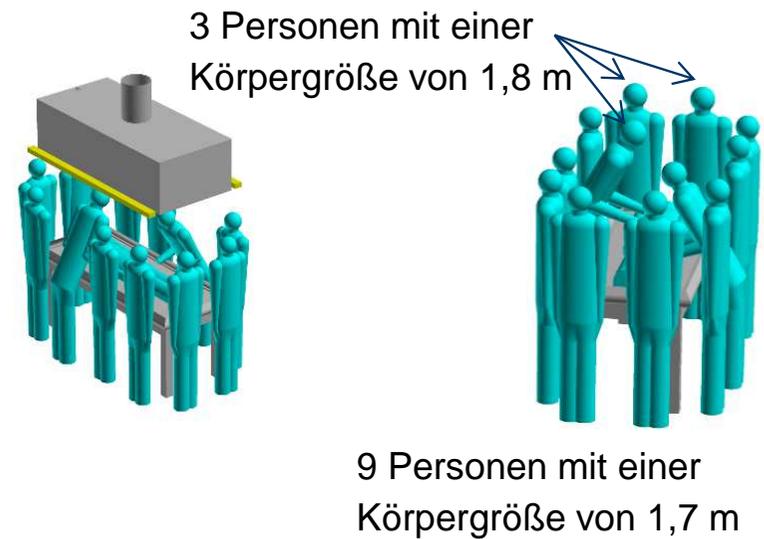


CFD-Modell des Anatomiesaals



130 Millionen Volumenzellen

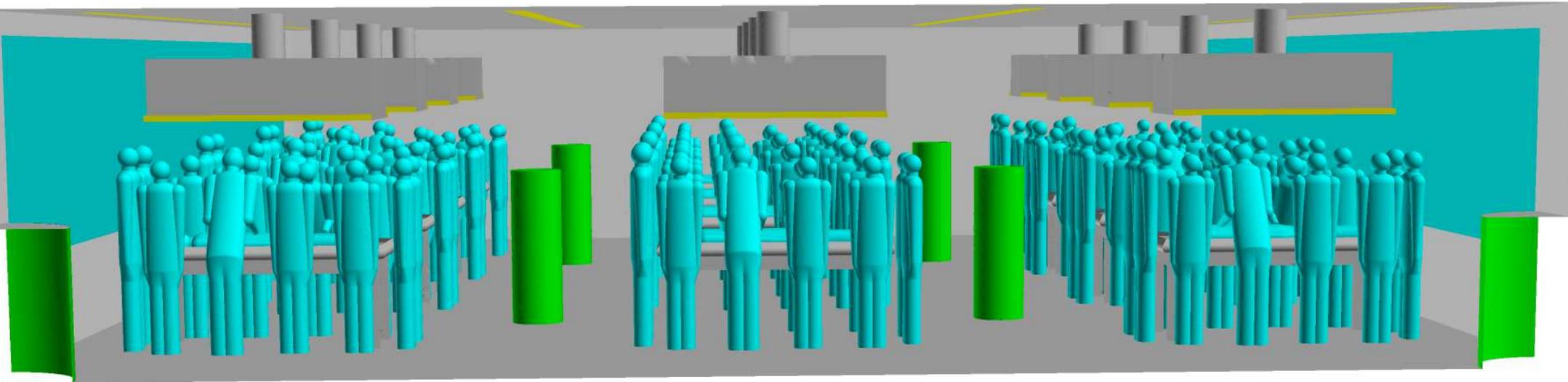
Einblick in das CFD-Modell



3 Personen mit einer
Körpergröße von 1,8 m

9 Personen mit einer
Körpergröße von 1,7 m

CFD Modell des Anatomiesaals



Zeitschrittweite: 5s

Berechnungszeit pro Zeitschritt: 2 min 50 s

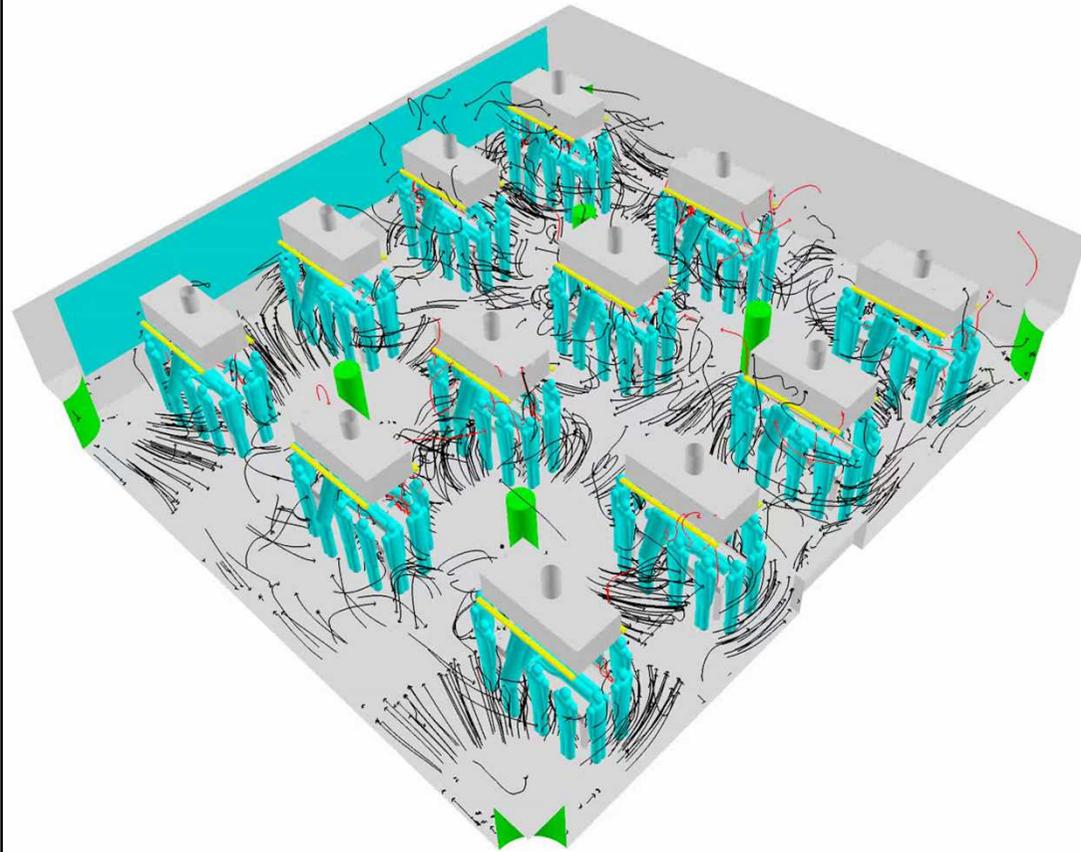
34 h Berechnungszeit für eine Modellstunde

auf 95 Prozessoren



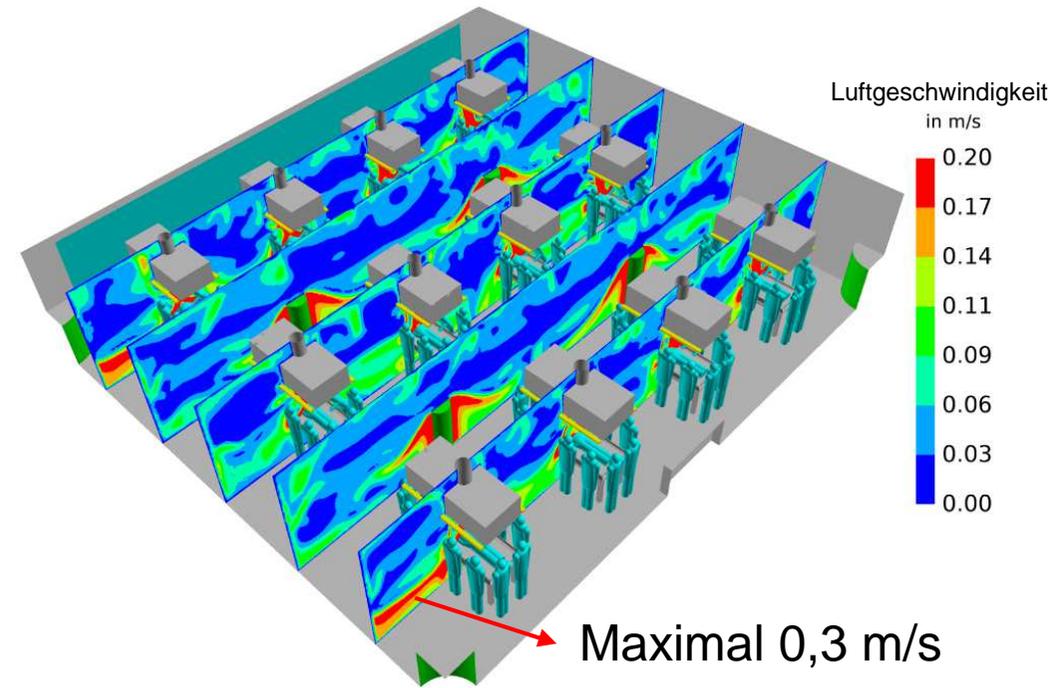
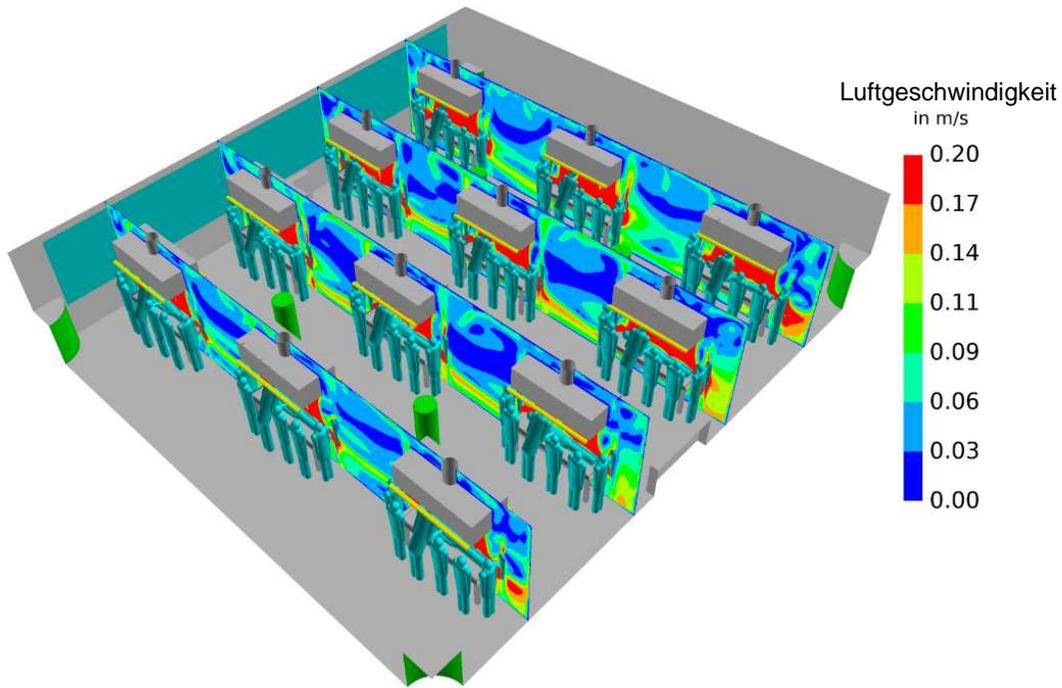
Technik für Mensch & Umwelt

Animierte Stromlinien der Raumströmung

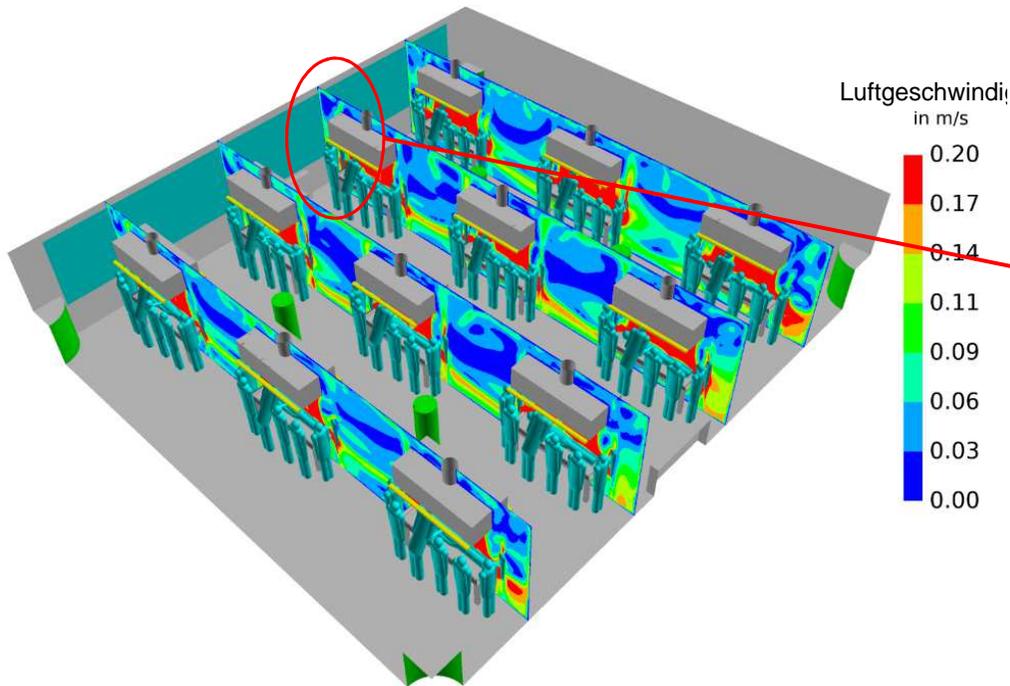


- Komplexe Raumluftströmung
- Rot austretende Zuluft über das Zuluftdeckenfeld wird nahezu vollständig erfasst.
- Auftriebströmung am Fenster
- Transport der Luft in den Deckenbereich durch thermischen Auftrieb
- Kaltluftabfall an den Wänden

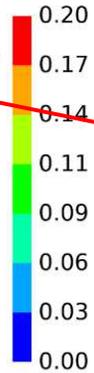
Schnittebenen der Strömungsgeschwindigkeit längs und quer zum Tisch



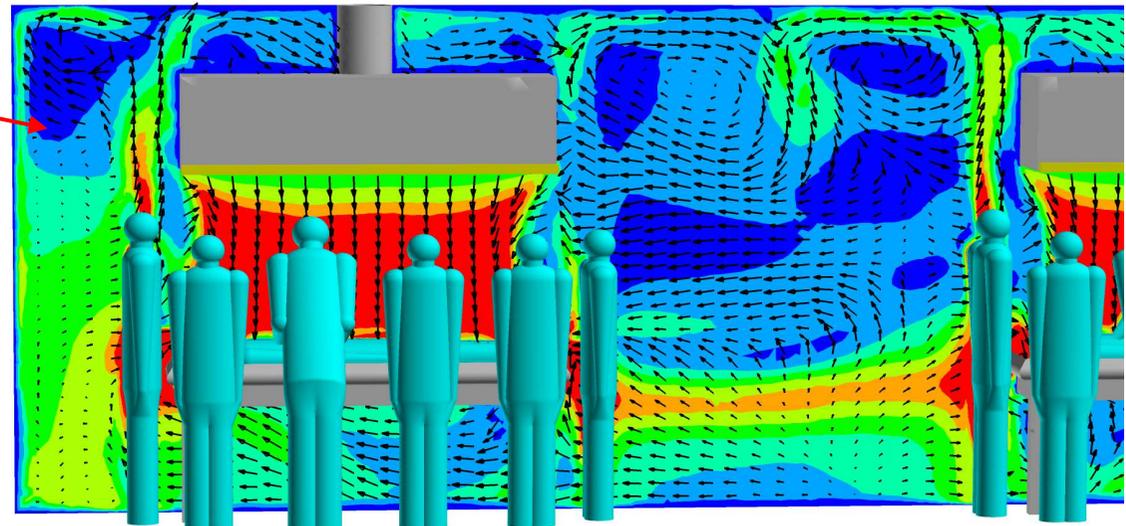
Schnittebenen der Strömungsgeschwindigkeit längs und quer zum Tisch



Luftgeschwindigkeit
in m/s

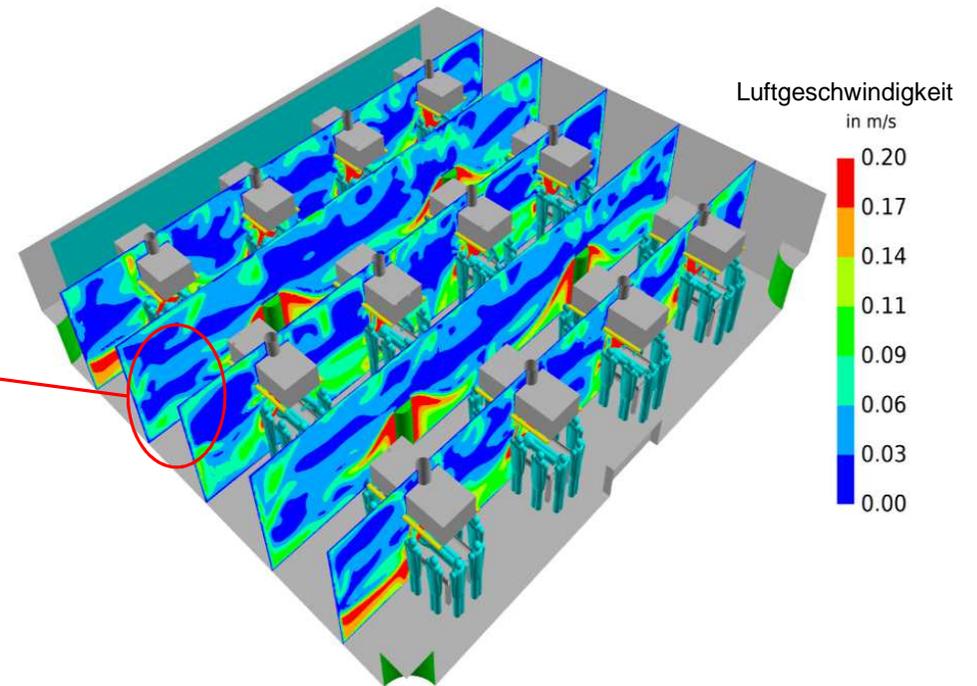
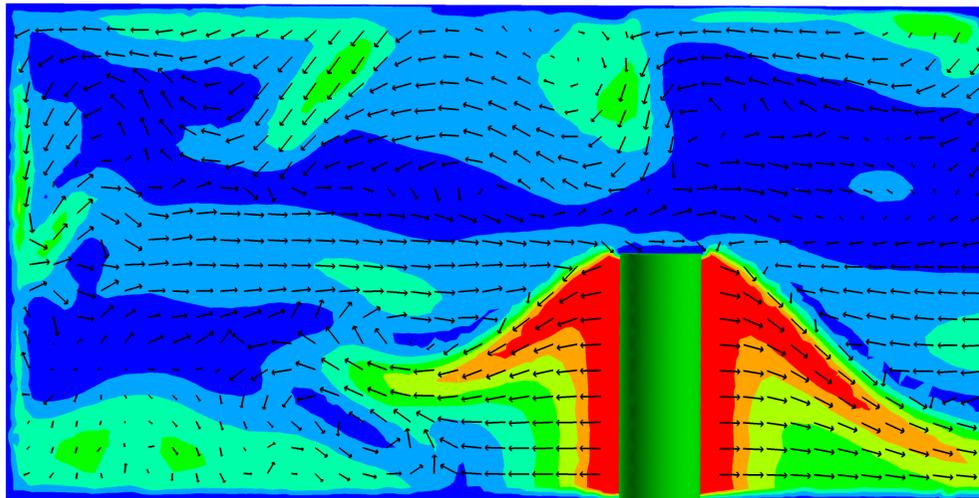


Detail: Auftrieb am warmen Fenster

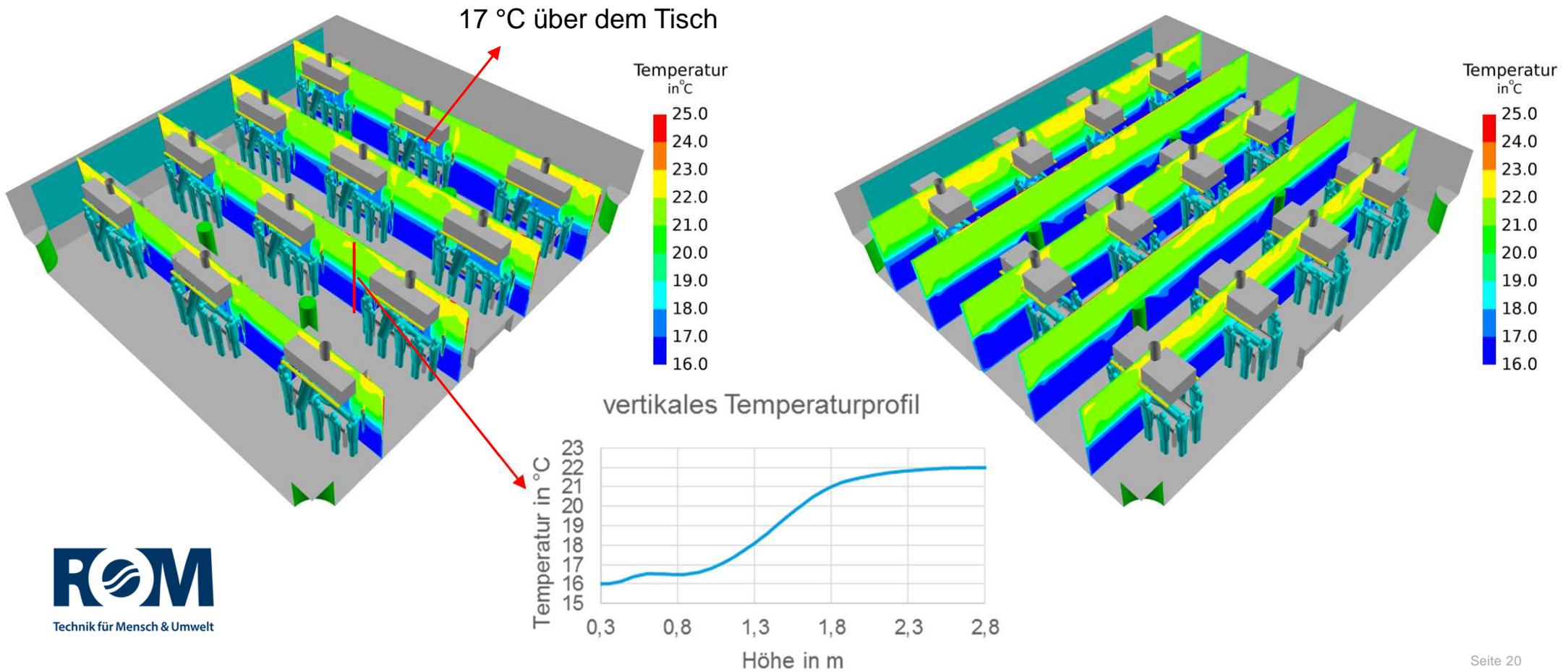


Schnittebenen der Strömungsgeschwindigkeit längs und quer zum Tisch

Detail: Strömung im Bereich der Wand

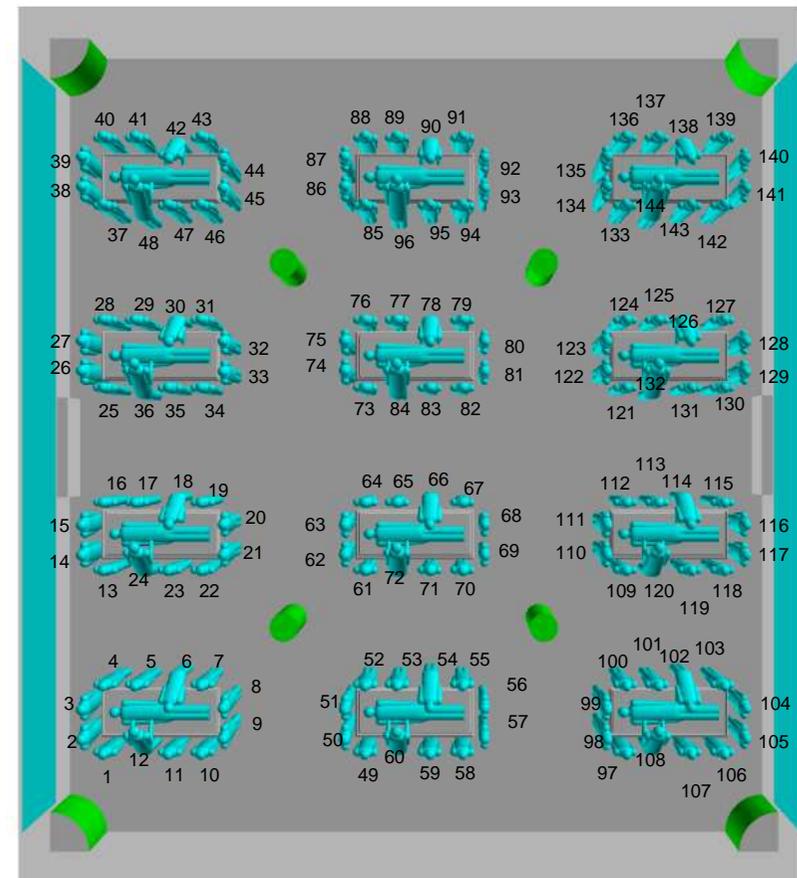
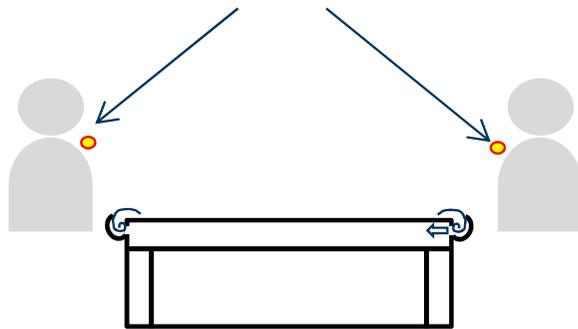


Schnittebenen der Temperatur längs und quer zum Tisch

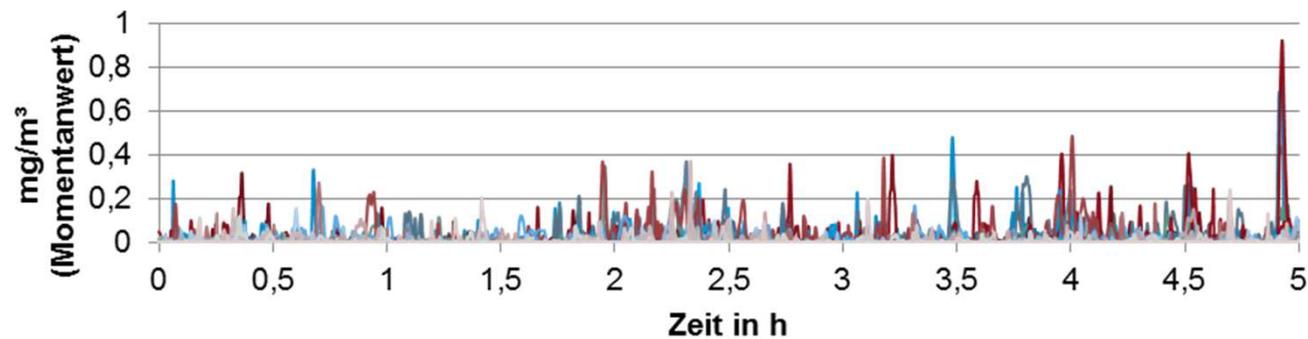


Auswertung der CH₂O-Konzentration an den Personen

Schematische Darstellung der CH₂O Messpositionen

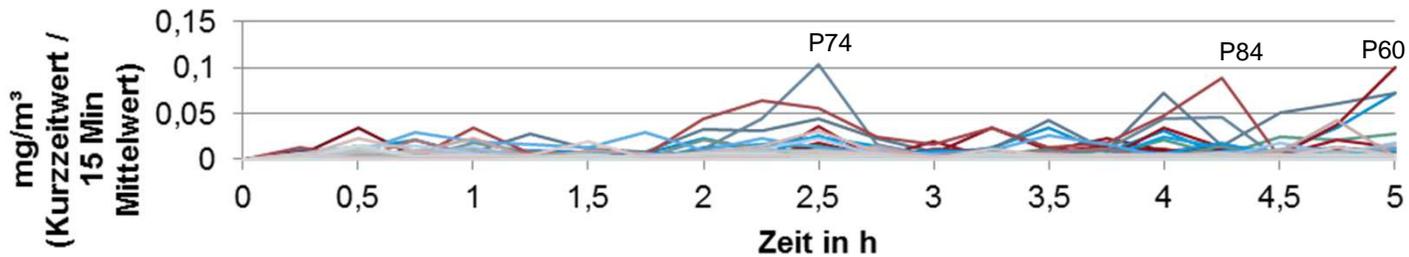


CH₂O-Konzentration an Personen



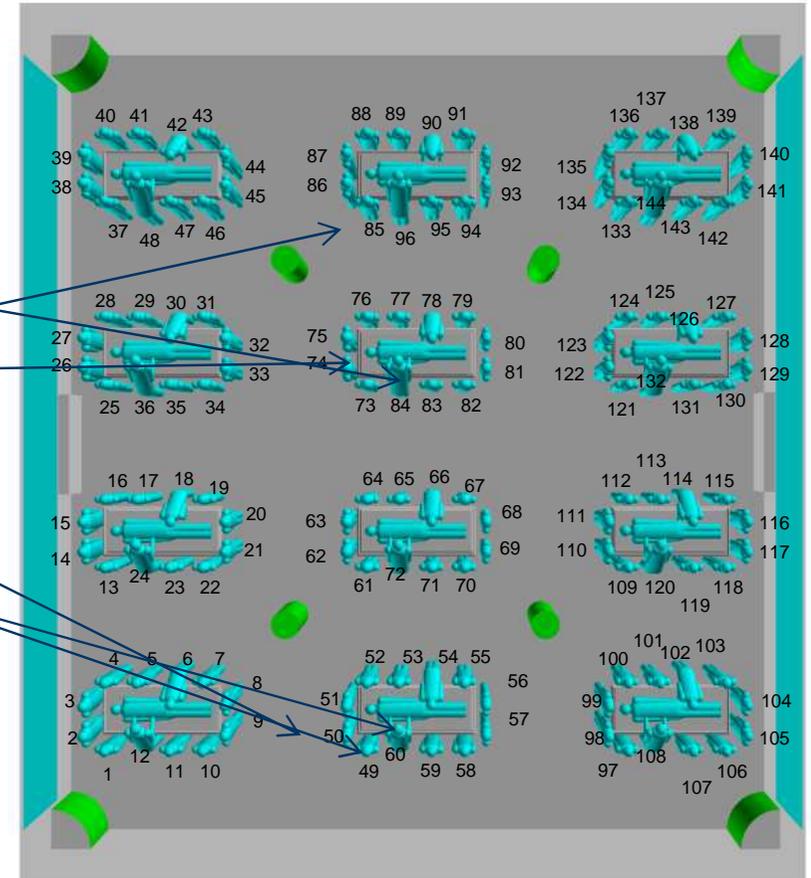
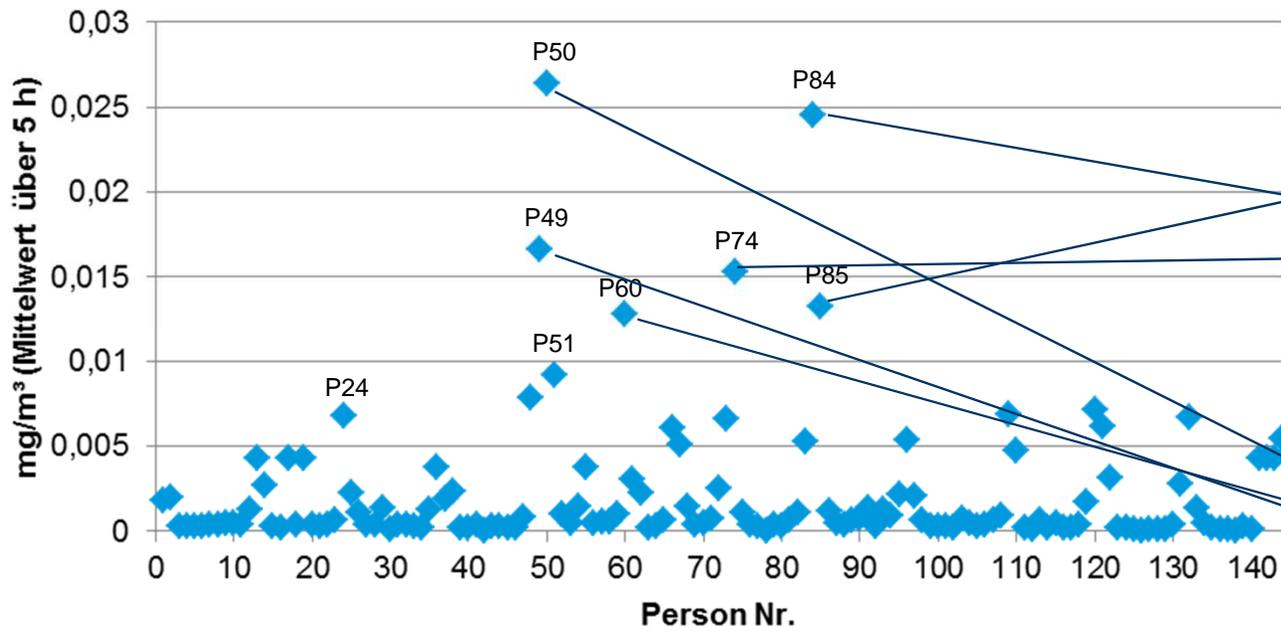
- Der Kurzzeitwert wird eingehalten
- Das Projektziel wird deutlich erreicht

Projektziel für CH₂O:
AGW (8h Mittelwert) $\leq 0,25 \text{ mg/m}^3$
Spitzenbegrenzung (15min
Mittelwert) $\leq 0,5 \text{ mg/m}^3$

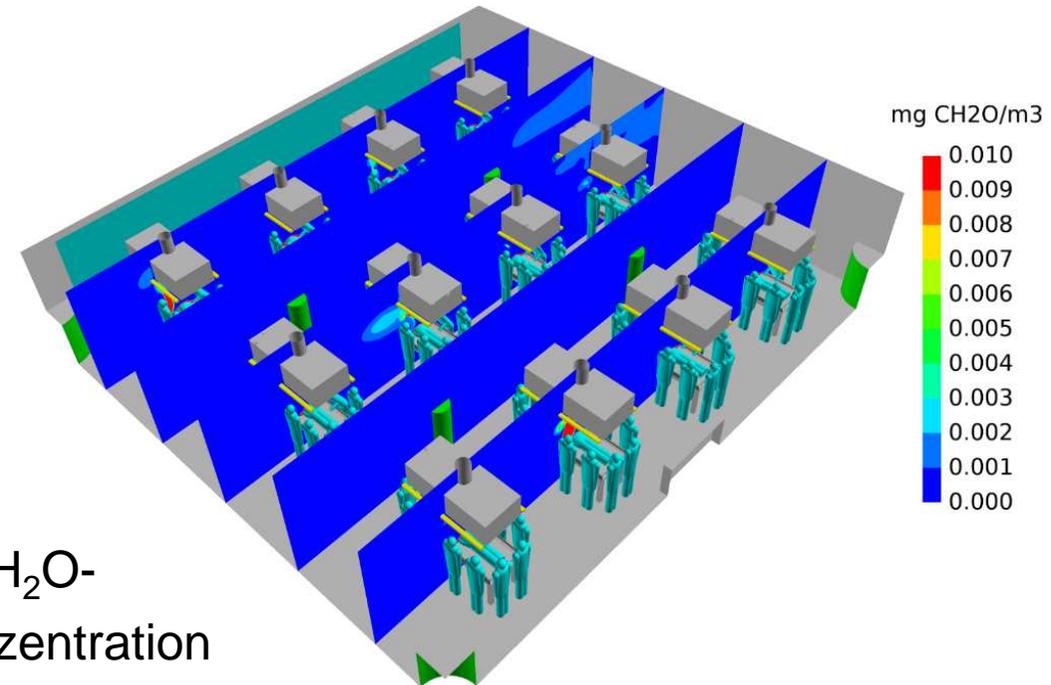
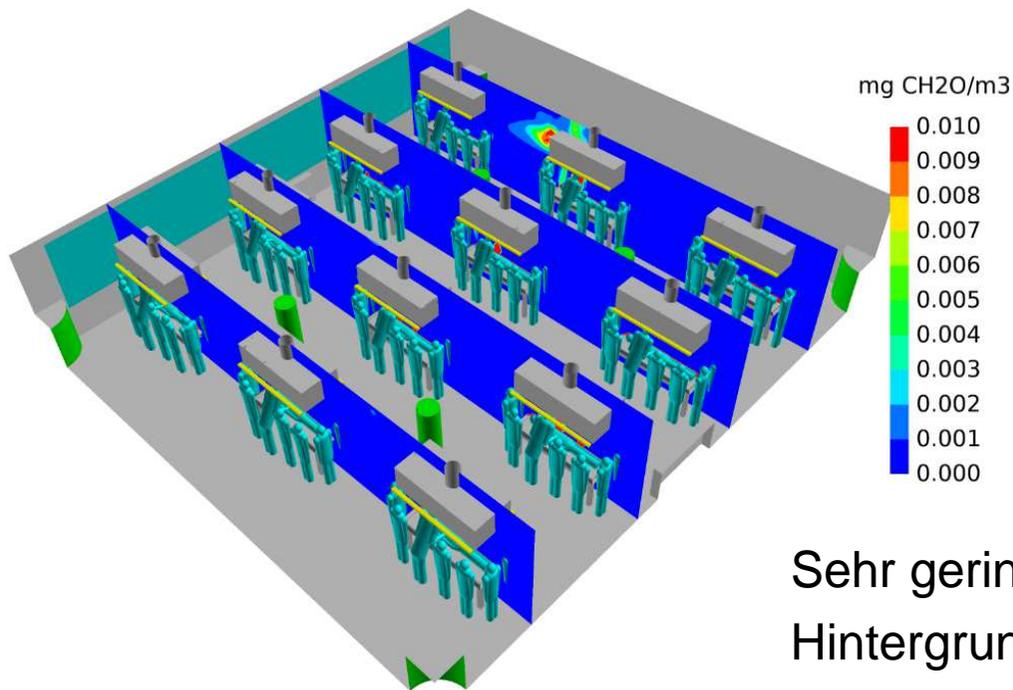


Nach TRGS 900 gilt für CH₂O:
AGW (8h Mittelwert): $0,37 \text{ mg/m}^3$
Spitzenbegrenzung (15min
Mittelwert): $0,74 \text{ mg/m}^3$ (bis 4 mal
pro Schicht)

CH₂O-Konzentration an Personen



Schnittebenen der CH₂O-Konzentration längs und quer zum Tisch



Sehr geringe CH₂O-Hintergrundkonzentration

Fazit und Anmerkungen

- Die CFD-Untersuchungen bestätigen die Funktion des Tischsystemkonzeptes auch im Anatomiesaal (Unter den vorgegebenen Randbedingungen)
- Die Anforderungen des AGW und des Kurzzeitwertes werden eingehalten.
- Die Hintergrundkonzentration im Raum ist sehr gering.
- Die Validierung der Ergebnisse unter Realbedingungen steht noch aus.

Kontakt

Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG

Tilsiter Straße 162 | F&E-Simulation
22047 Hamburg

Mike Dahncke

Telefon +49 40 69 49 – 25 45

www.ROM-Technik.de



Technik für Mensch & Umwelt

**© Copyright Rud. Otto Meyer Technik Ltd.
& Co. KG, 2015**

Inhalt und Struktur der Präsentation sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung sämtlicher Inhalte und Strukturelemente, insbesondere Texte, Textteile, Bildmaterial, Logos, Grafiken und Designelemente, soweit sie schutzfähig im Sinne des deutschen Urheberrechts sind, zu anderem als zum privaten oder sonstigen eigenen Gebrauch sowie deren Verbreitung und Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG.