

---

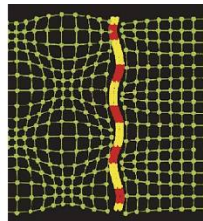
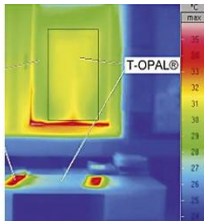
# Nachhaltige Gebäudeplanung mit Hilfe numerischer Simulationen

## Verbindung Bauphysik und Haustechnik

---

**Thomas Kirmayr**

Auf Wissen bauen



# Herausforderungen an den Bausektor?

## Globale Trends

### Mega-Trends



#### Bevölkerungswachstum

Ca. 9 Milliarden Menschen 2050



#### Sozialer Wandel

Neue Anforderungen an Gebäude/Städte



#### Verstädterung

Die Zukunft liegt in der Stadt



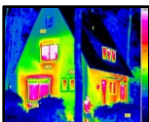
#### Mobilität

Steigende Bürde weltweit



#### Energie

Hunger nach Energie wird immer größer



#### Gebäude

Erheblicher Anteil an den Ressourcen



#### Umwelt und Klima

Konsequenzen schon heute sichtbar

### Fragen an die Herausforderungen der Zukunft

Welche Auswirkungen haben die Mega-Trends für das Bauwesen der Zukunft?



Welche Innovationen werden im Baubereich wesentlich sein?



Welche neue Möglichkeiten sind wegbereitend (neue Materialien, Technologien, Prozesse)?



**Welche Maßnahmen ergreifen wir heute?**

# TRENDS und FORSCHUNGSFRAGEN

# TREND – AIR PURIFICATION

Was ist Frischluft ?

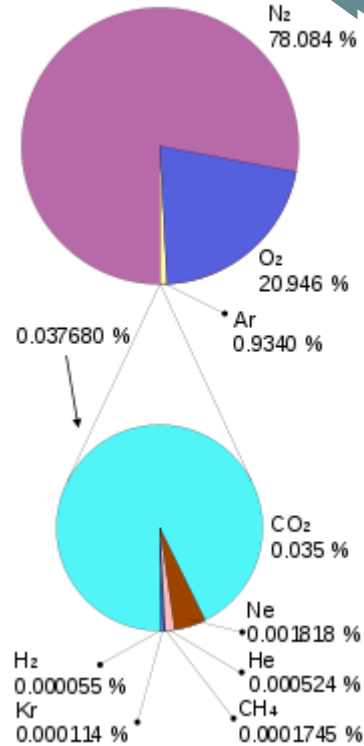


# LUFT – EIN SENSIBLES MEDIUM



17% O<sub>2</sub>, 4% CO<sub>2</sub>

C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, CH<sub>2</sub>O



CO<sub>2</sub>, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, etc.



# TREND – SOUND INSULATION

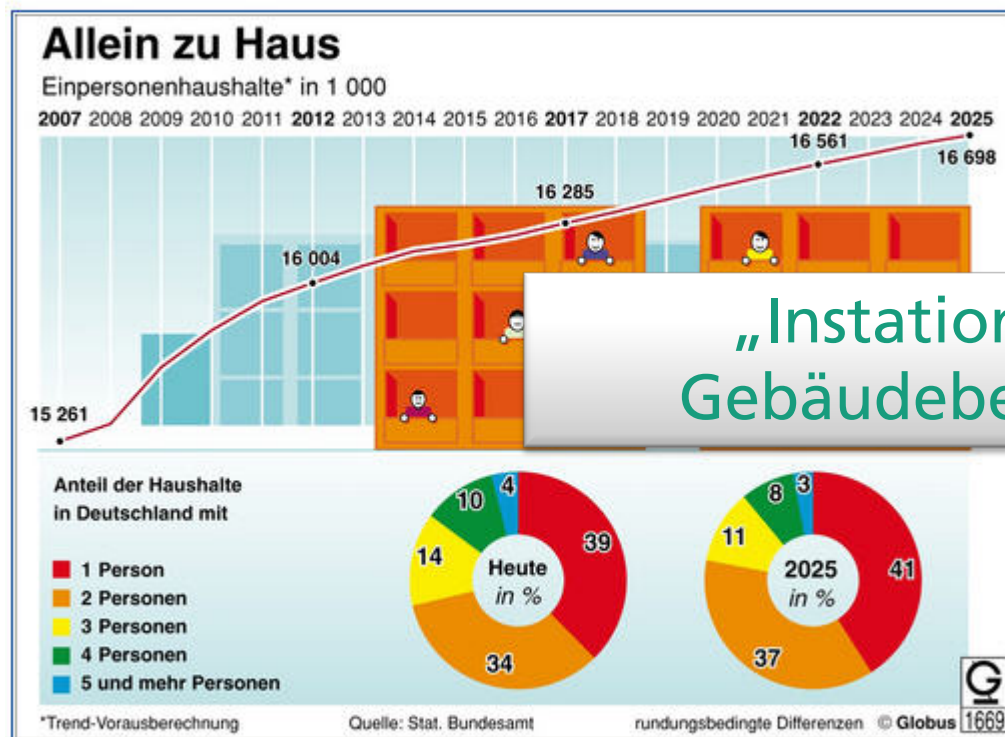
NOISE REDUCTION



Quelle: Umzüge Göres

# TREND – VERÄNDERUNGEN DER ARBEITSWELT

## Wann brauchen wir welche Art von Komfort?



„Instationärer Gebäudebetrieb“

**Familie:** Anzahl der Personen pro Haushalt: Prognose bis 2025

**Globus Infografik, Hamburg**

# BESTEHENDE SYSTEMLÖSUNGEN

## ARBEITSPLATZ 4.0

WAS BEDEUTET 1% MEHR PRODUKTIVITÄT bzw.  
KAMPF UM TALENTE?  
1% WENIGER KRANKHEITSTAGE?



Quelle: Art Aqua

# BESTEHENDE SYSTEMLÖSUNGEN

## GREEN WALLS - PLANTS



Quelle: Art Aqua

# TREND-LOKALISIERUNG

## LOKALE FABRIKKLIMATISIERUNG

Neue Lösungen für strahlungs- und konvektionsbasierte Klimatisierung



Klimabrunnen in Fahrzeugproduktion

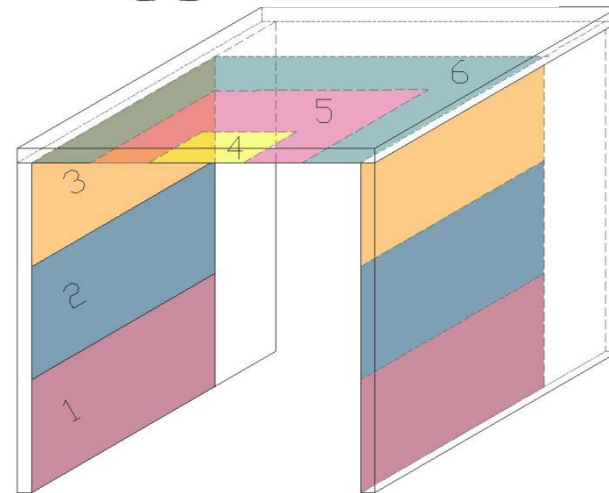
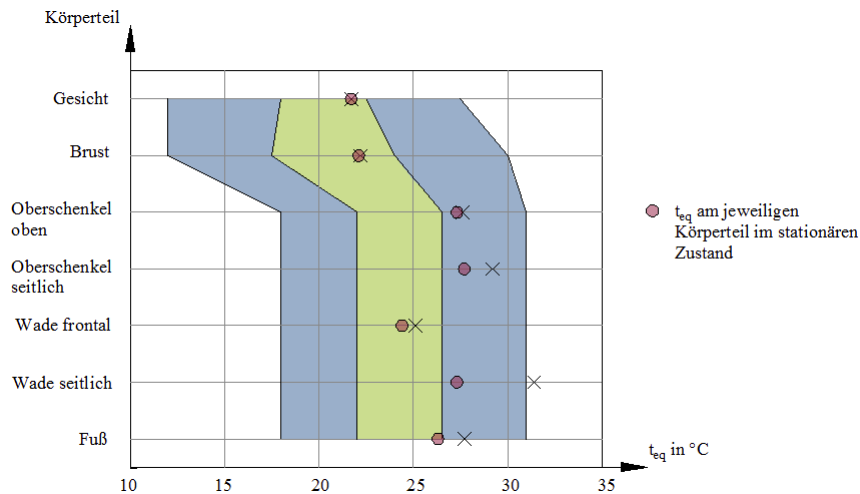
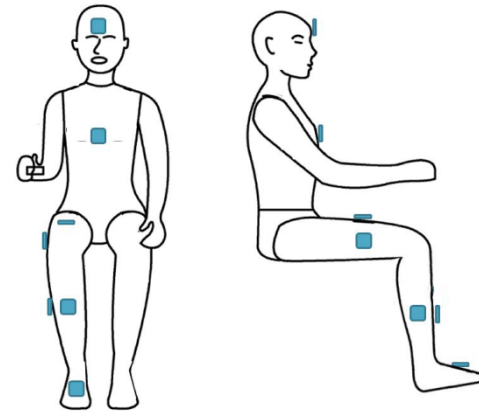
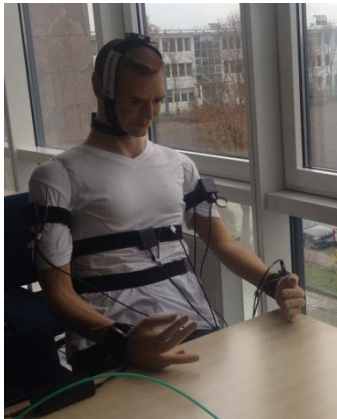
# TREND - WIRKKOMBINATIONEN

## WIRKOPTIMIERTE SYSTEME - THERMOMANAGEMENT



# TREND – LOKALE UND INSTATIONÄRE LÖSUNGEN

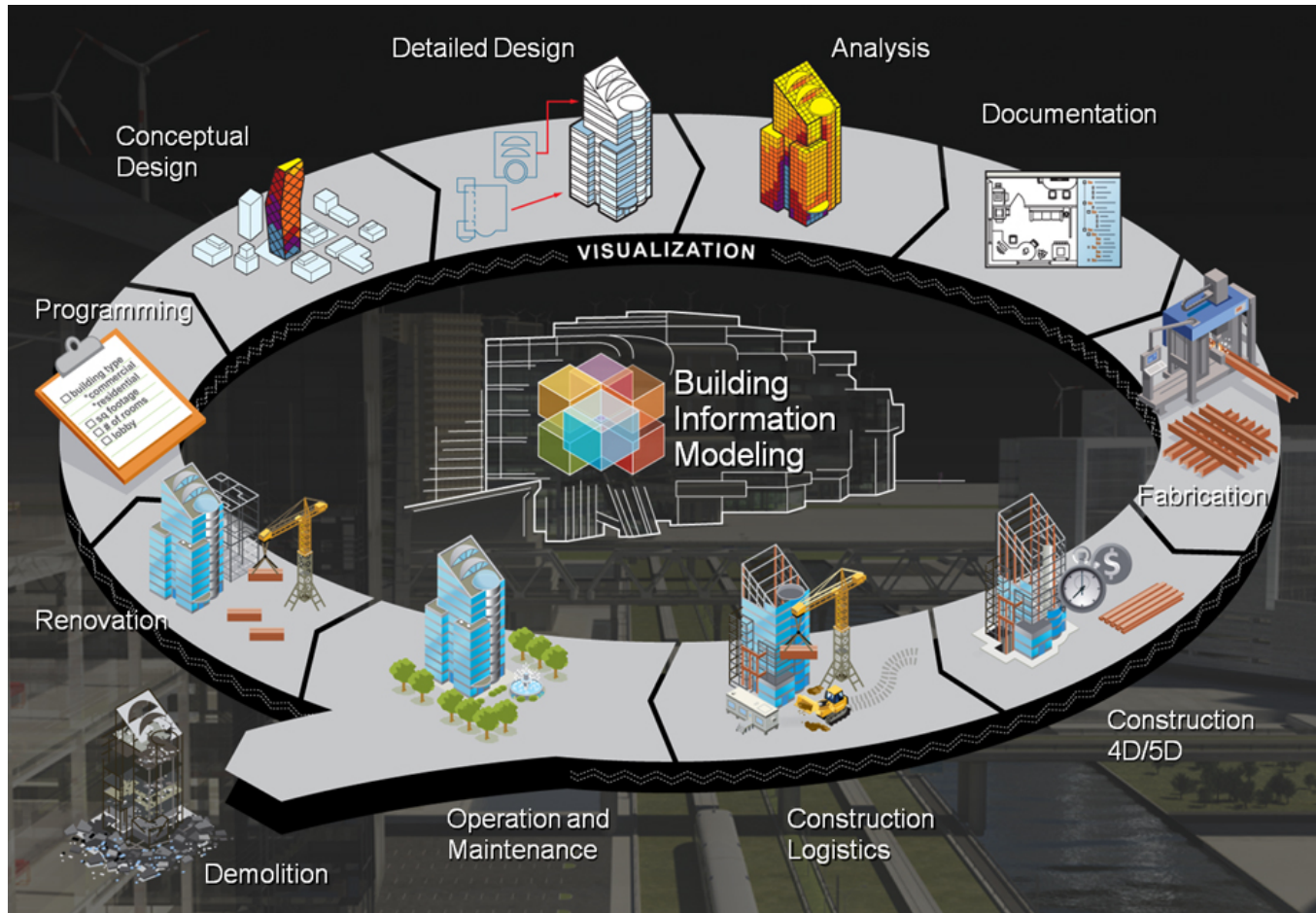
## LOKALE BÜROKLIMATISIERUNG



# WAS KANN NUMERISCHE SIMULATION LEISTEN?

# TREND-DIGITALISIERUNG

## BUILDING INFORMATION MODELING



Quelle: Autodesk

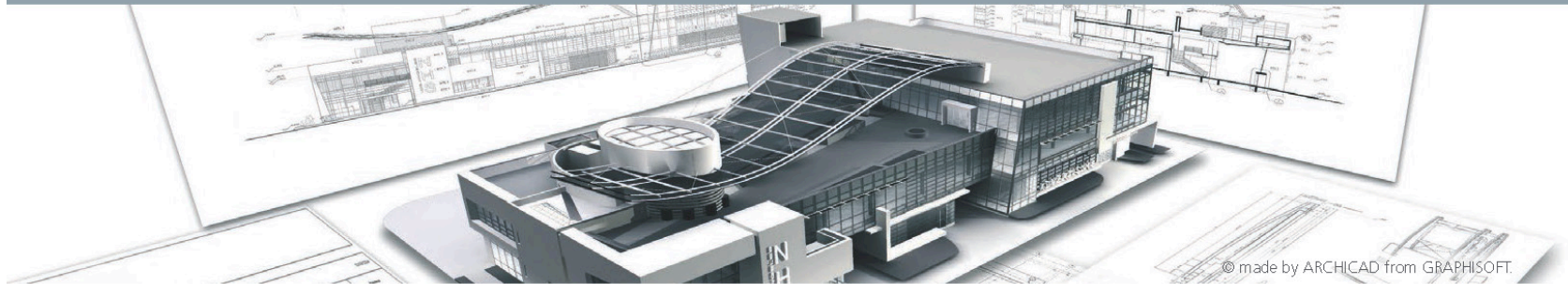
# BUILDING INFORMATION MODELING

BIMiD

# BIMiD

EINLADUNG ZUR VORSTELLUNG DES BIM-REFERENZOBJEKTS IN DEUTSCHLAND

MITTWOCH, 10. SEPTEMBER 2014 UM 14.00 UHR



© made by ARCHICAD from GRAPHISOFT.

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



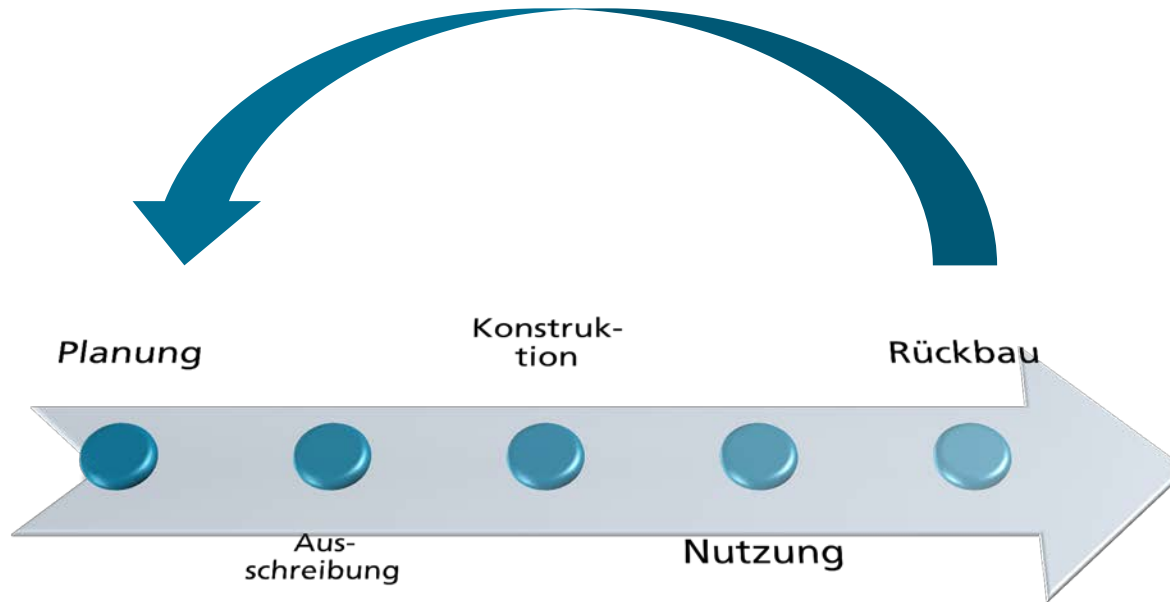
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

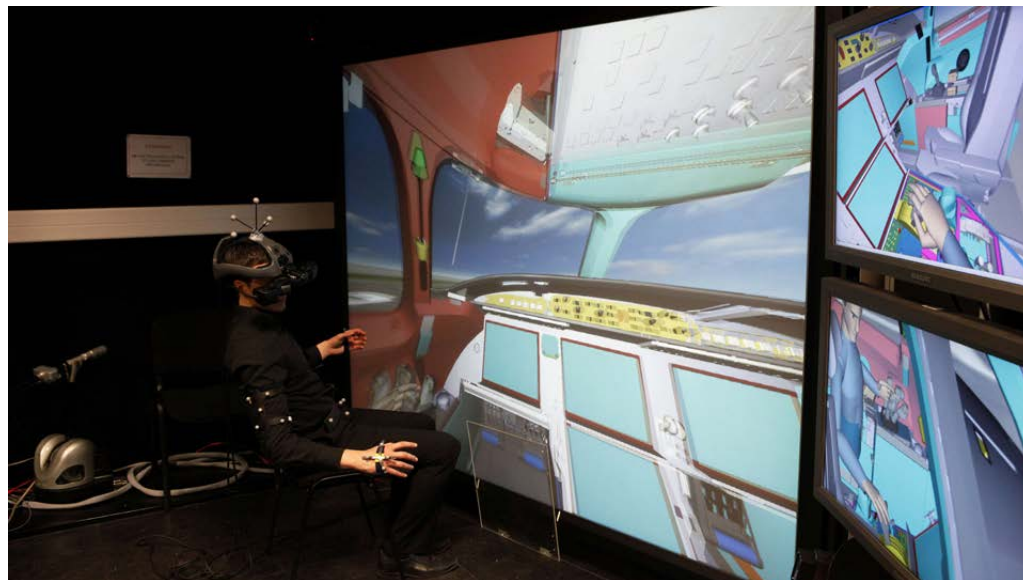
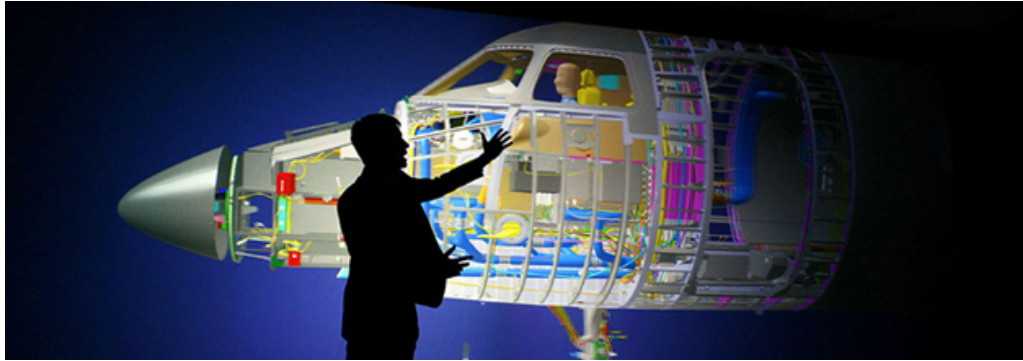
IM ANSCHLUSS SIND SIE ZU EINEM SEKTEMPFANG EINGELADEN.

per E-Mail: [poten@bim-wg.de](mailto:poten@bim-wg.de)

# Generell – Bessere Planung in frühen Phasen

## BUILDING INFORMATION MODELING

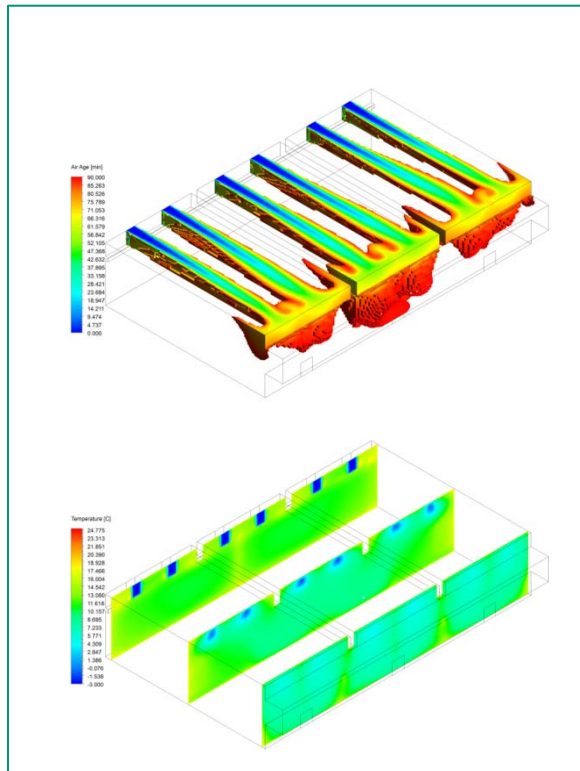




„THE FIRST  
ONE TO BUILT  
IS THE FIRST  
ONE TO FLY“

Quelle: Dassault Systems PLM

### VOM VIRTUELLEN GEBÄUDE ZUM REALEN BAU



#### Effekte:

- Digitale Nachweisführung in Echtzeit
- Vollständige Planung und Ausführungssimulation vor Baustart -> Minimale Restrisiken FMEA-Option
- Optimale Zeitplanung und Planung der Materialbereitstellung
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
- Gesicherte Termine und Baukosten



# BUILDING INFORMATION MODELING

## CHANCEN DURCH BIM




Dienstag  
20.01.2015

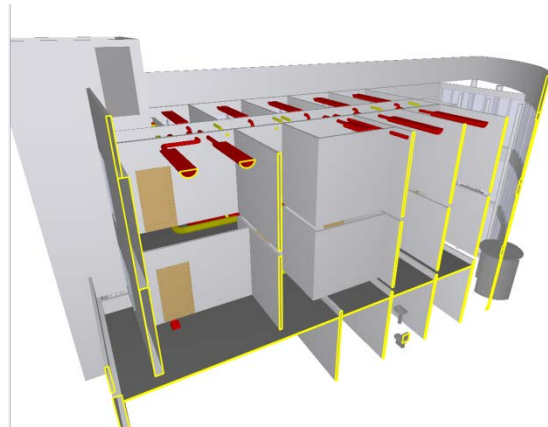
[Home](#) | [IM BLICK](#) | [SCHLAGZEILEN](#) | [POLITICS](#) | [MÄRKTE](#) | [DOSSIER](#) | [UNTERNEHMEN](#) |

[Startseite](#) » [VERTRIEB](#) » [Munich Re: Mit Transparenz Baurisiken senken](#)

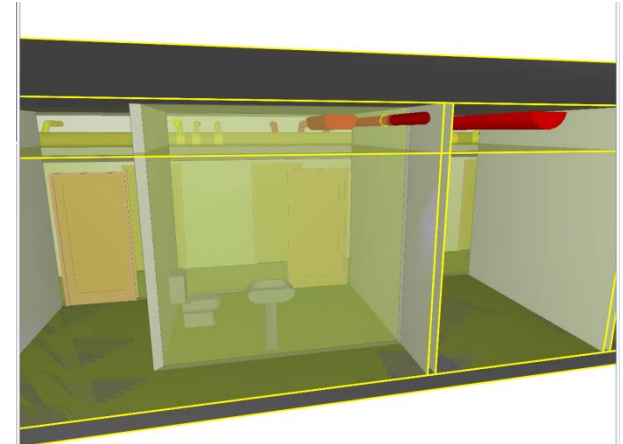
### Munich Re: Mit Transparenz Baurisiken senken

**Munich RE**  02.06.2014 – **Munich Re und RIB wollen in Zukunft eine IT-basierte Versicherung anbieten, die Bauherren vor Kostenexplosionen schützt. Die Lösung, Technik setzt demnach bereits in der virtuellen Planungsphase an.**

Weltweiten Studien zufolge bewegen sich die ungeplanten Baukostenerhöhungen in einer Größenordnung von 20 bis 30 Prozent. Investoren fürchten die Unsicherheiten, die naturgemäß mit den zahlreichen Risiken von Bauvorhaben verbunden sind: So kann eine unzureichende Planung erhebliche Auswirkungen sowohl auf der Kostenseite als auch auf der Zeitschiene zur Folge haben.



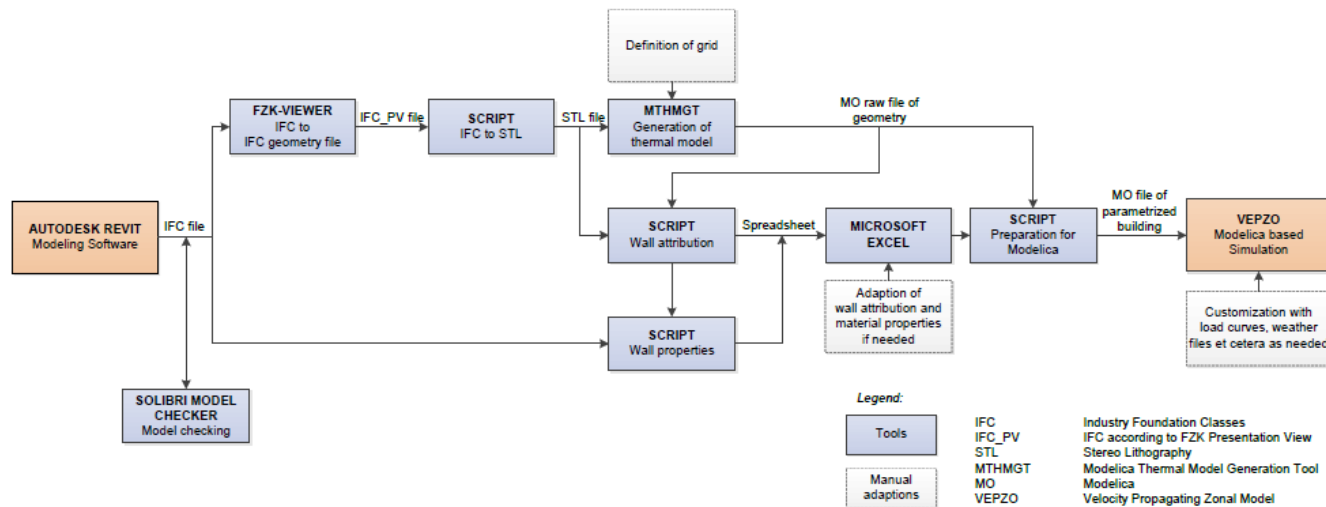
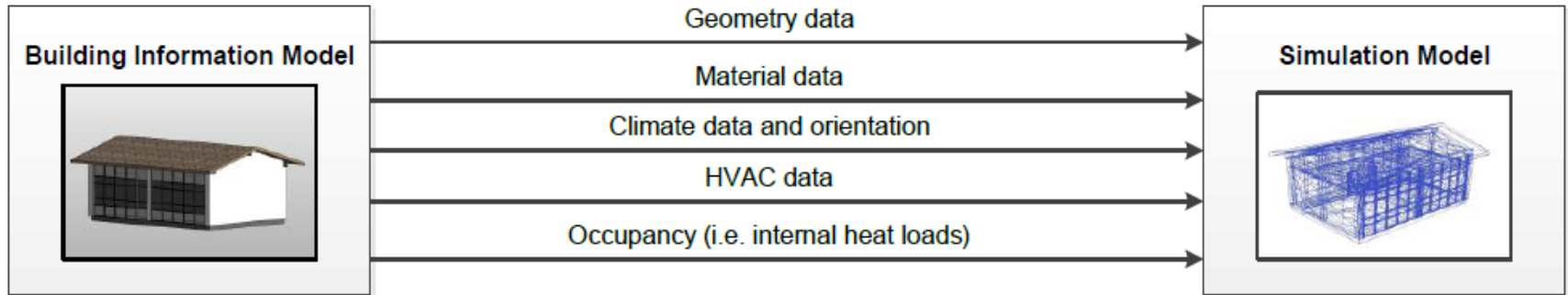
Automatische Prüfung  
nach festen Regeln



Presentation 1		Liste der Abweichungen								
Number	Id	Location	Date	Author	Picture	Issue comment	Responsibilities	Action Required	Action Taken	Status
1	1	(D) 2. 2. kerros, (D) 1. 1. kerros Pukuh M[005]	1-Nov-2011	aur		Spaces are modeled to the upper surface of slab				Open
2	2	(D) 2. 2. kerros, (D) 1. 1. kerros Halli[007]	1-Nov-2011	aur		Columns are modeled through the slab				Open
3	3	(D) 1. 1. kerros WC N[003]	1-Nov-2011	aur		Water pipe goes through radiator				Open

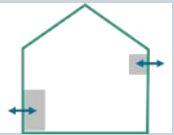
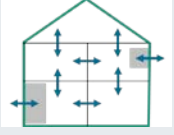
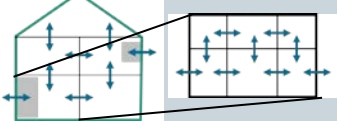
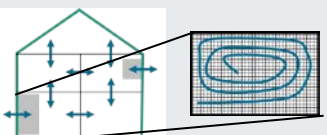
# BIMiBP

## NACHWEISE AUF KNOPFDRUCK – AUS DEM GEBÄUDEMODELL IN DIE RAUMKLIMASIMULATION



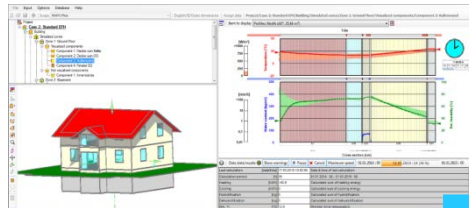
# Werkzeuge numerischer Simulation

## Systemlandschaft Fraunhofer IBP

Air Model	Principle	Computational Cost	Local Resolution
Single-Zone		Low	No
Multizone		Low	Low
Zonal		Medium	Medium
CFD		High	High

# TREND-DIGITALISIERUNG

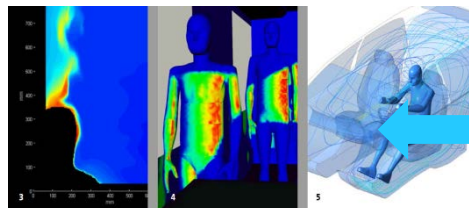
## VIRTUELLE SYSTEMLANDSCHAFT FRAUNHOFER IBP



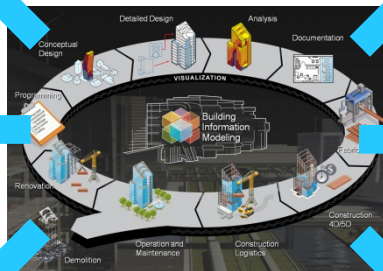
HYGROTHERMIK - WUFI



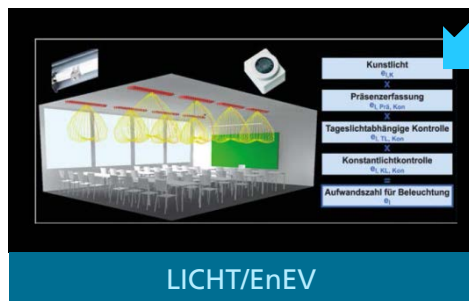
GANZHEITLICHE BILANZIERUNG



RAUMKLIMA-VEPZO



AKUSTIK



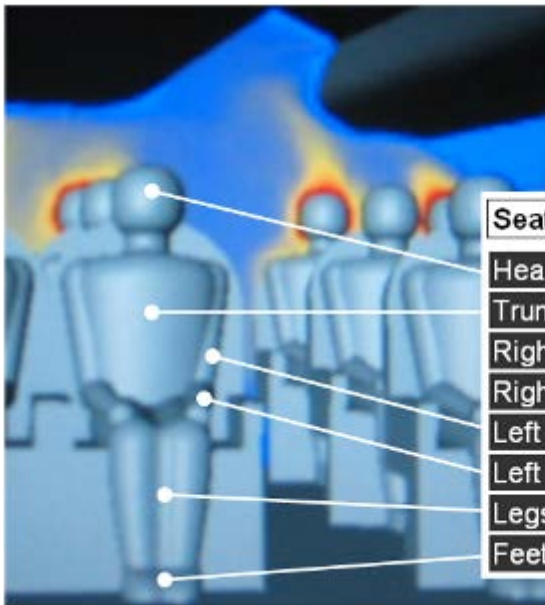
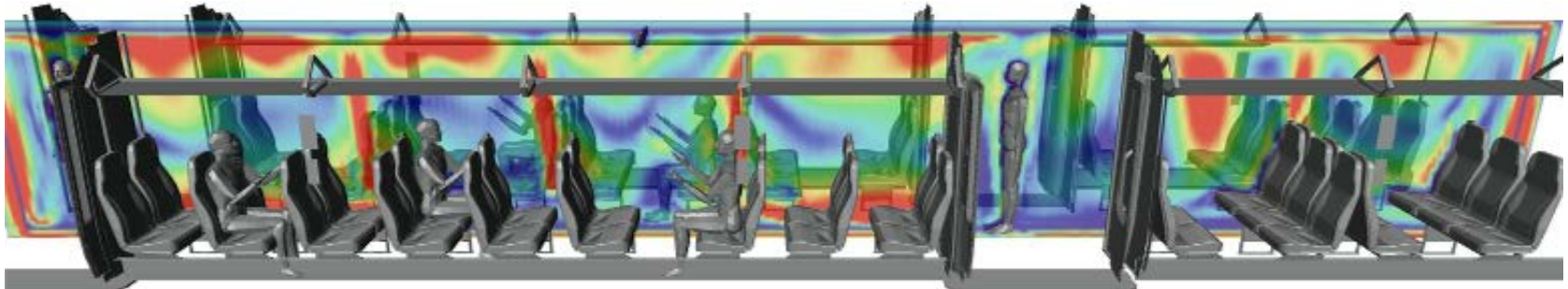
LICHT/EnEV



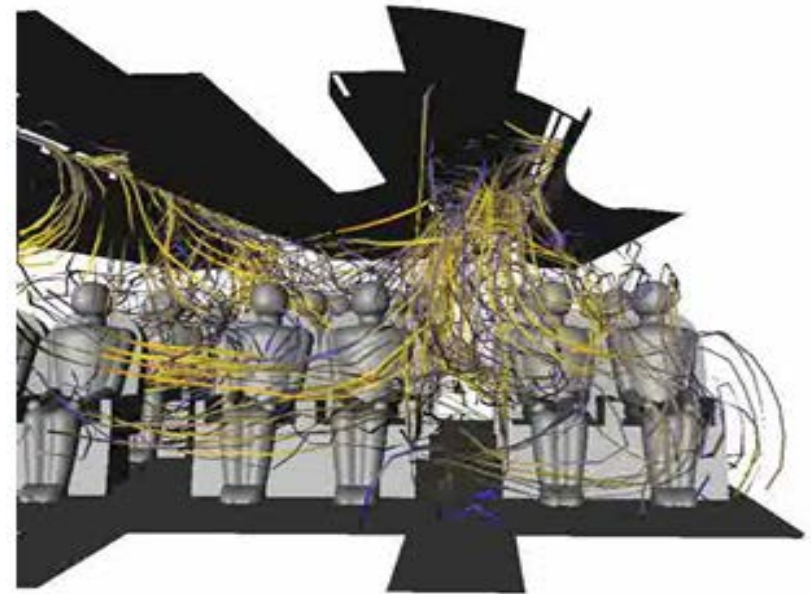
CHEMIE/BIOLOGIE

# NUMERISCHE SIMULATION

## COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS - CFD



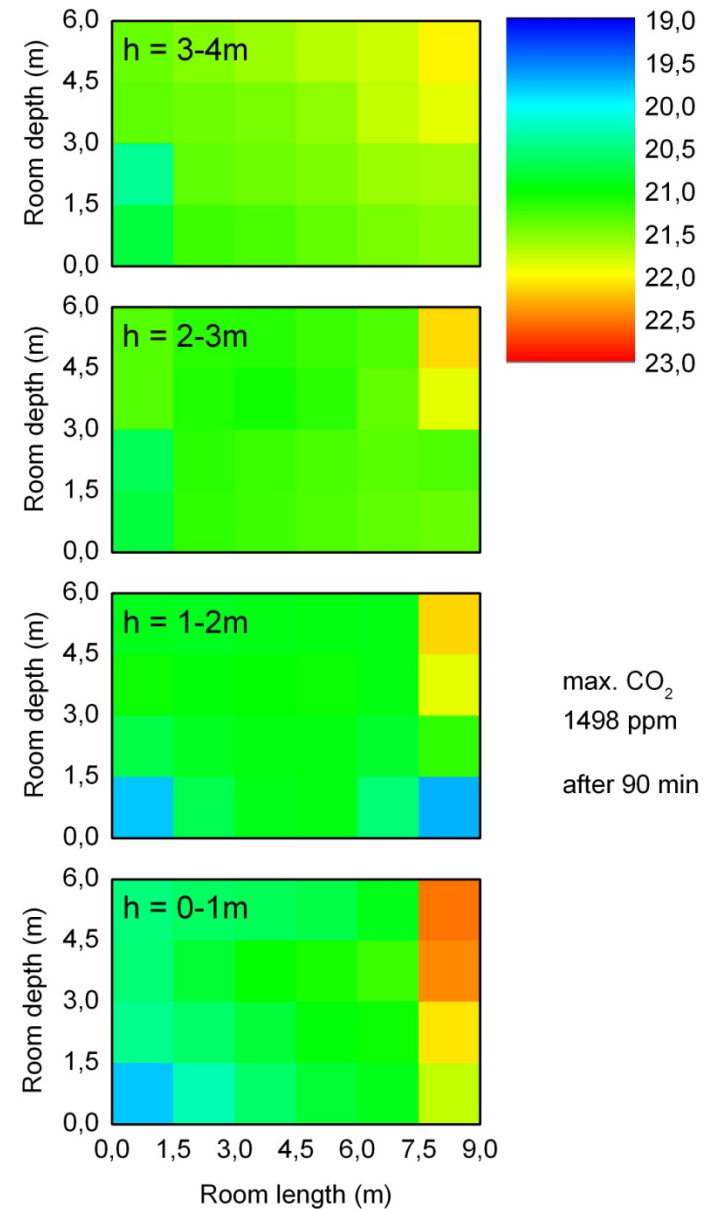
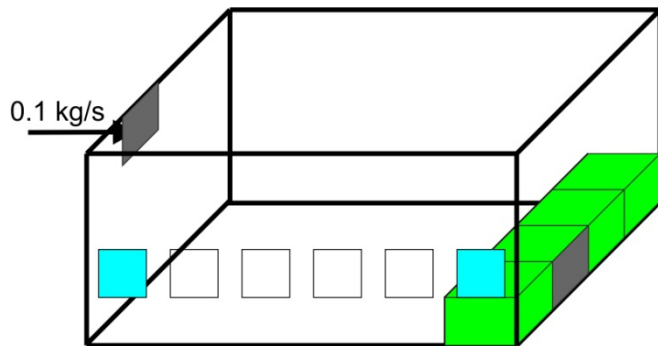
Seat 24C	vote
Head	slightly warm
Trunk	neutral
Right arm	neutral
Right hand	neutral
Left arm	slightly cool
Left hand	slightly cool
Legs	neutral
Feet	neutral



# NUMERISCHE SIMULATION

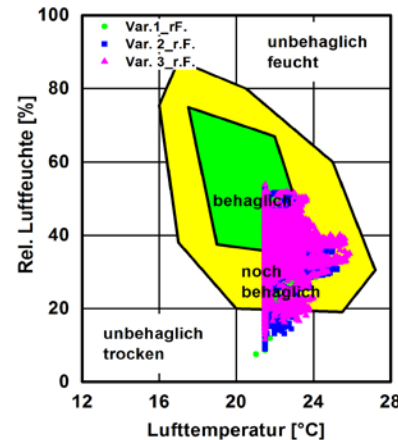
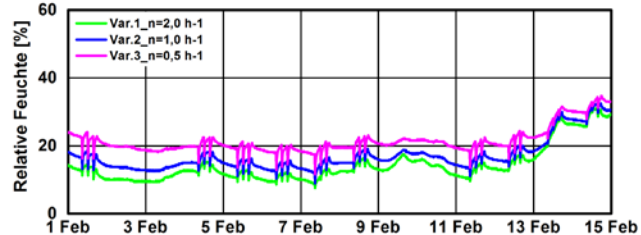
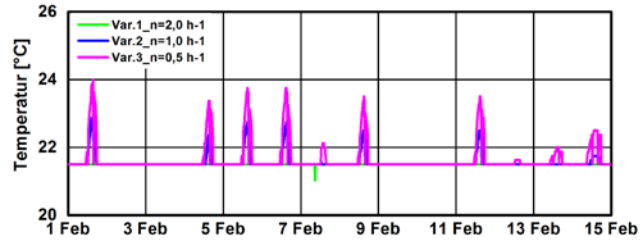
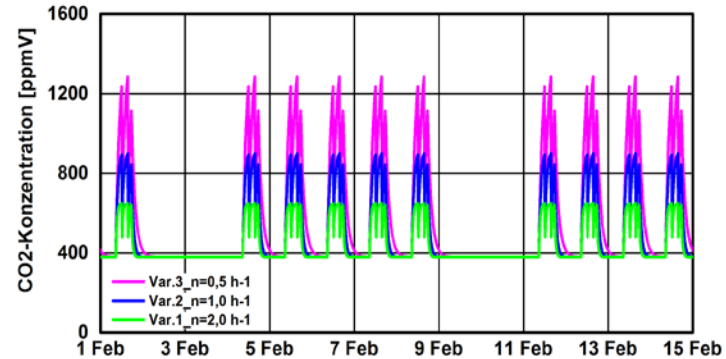
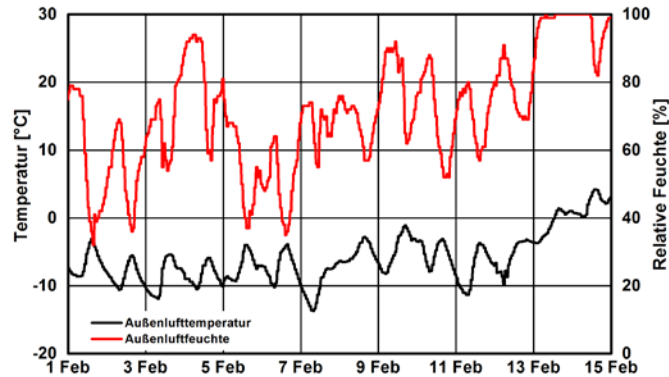
## Zonales Modell - VEPZO

- Rechner rechts
- 1. und 6. Fenster gekippt
- Zuluft: 0.1 kg/s



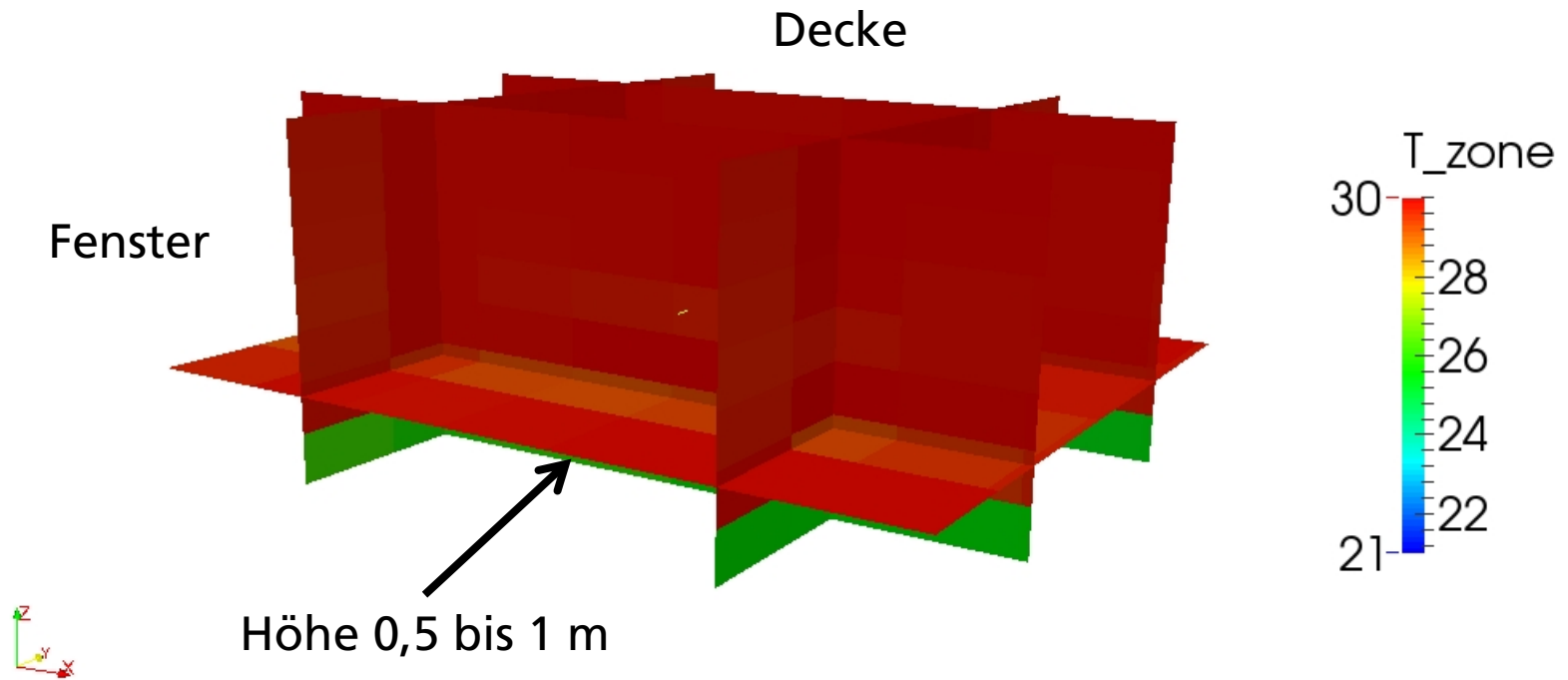
# HYGROTHERMISCHE SIMULATION

WUFI



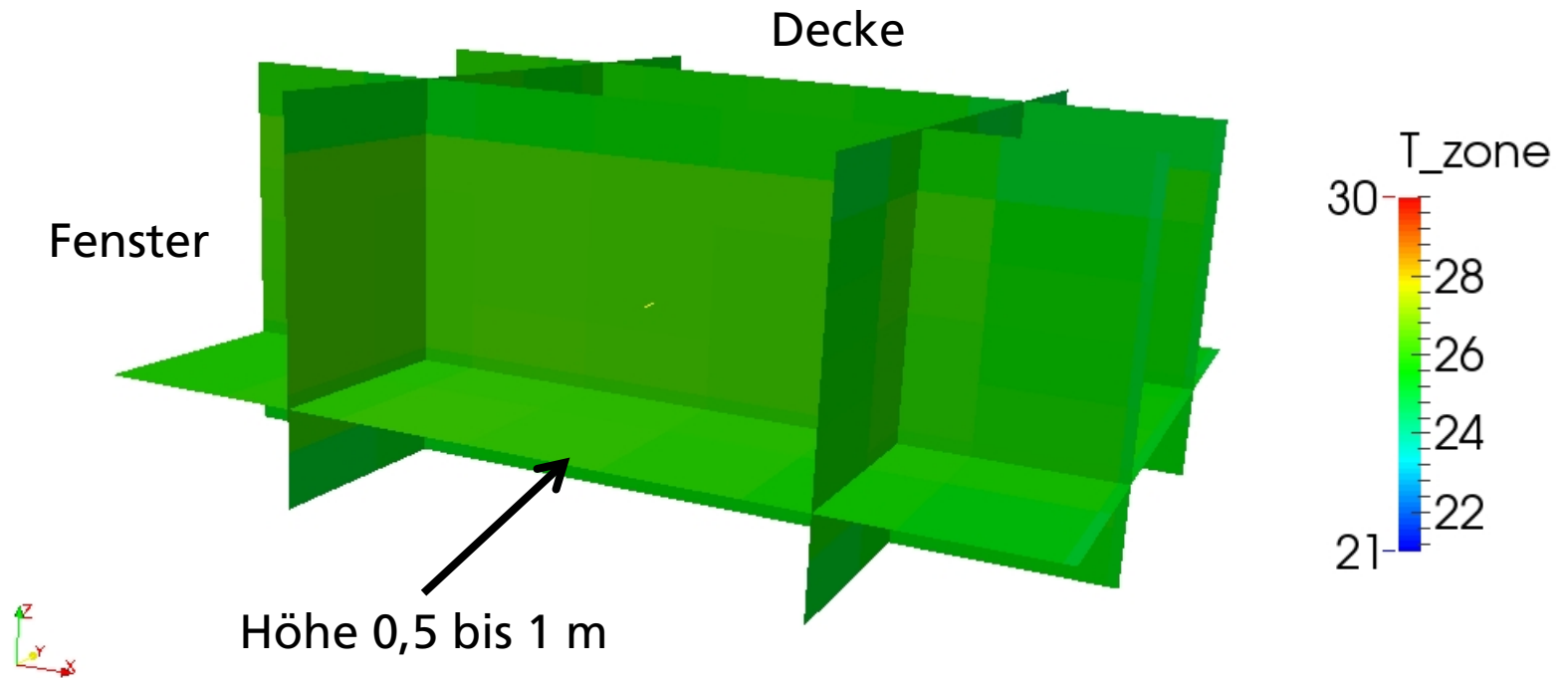
# BEISPIEL VIRTUAL PLANNING

## SYSTEMABSCHÄTZUNG – NUR QUELLÜFTUNG



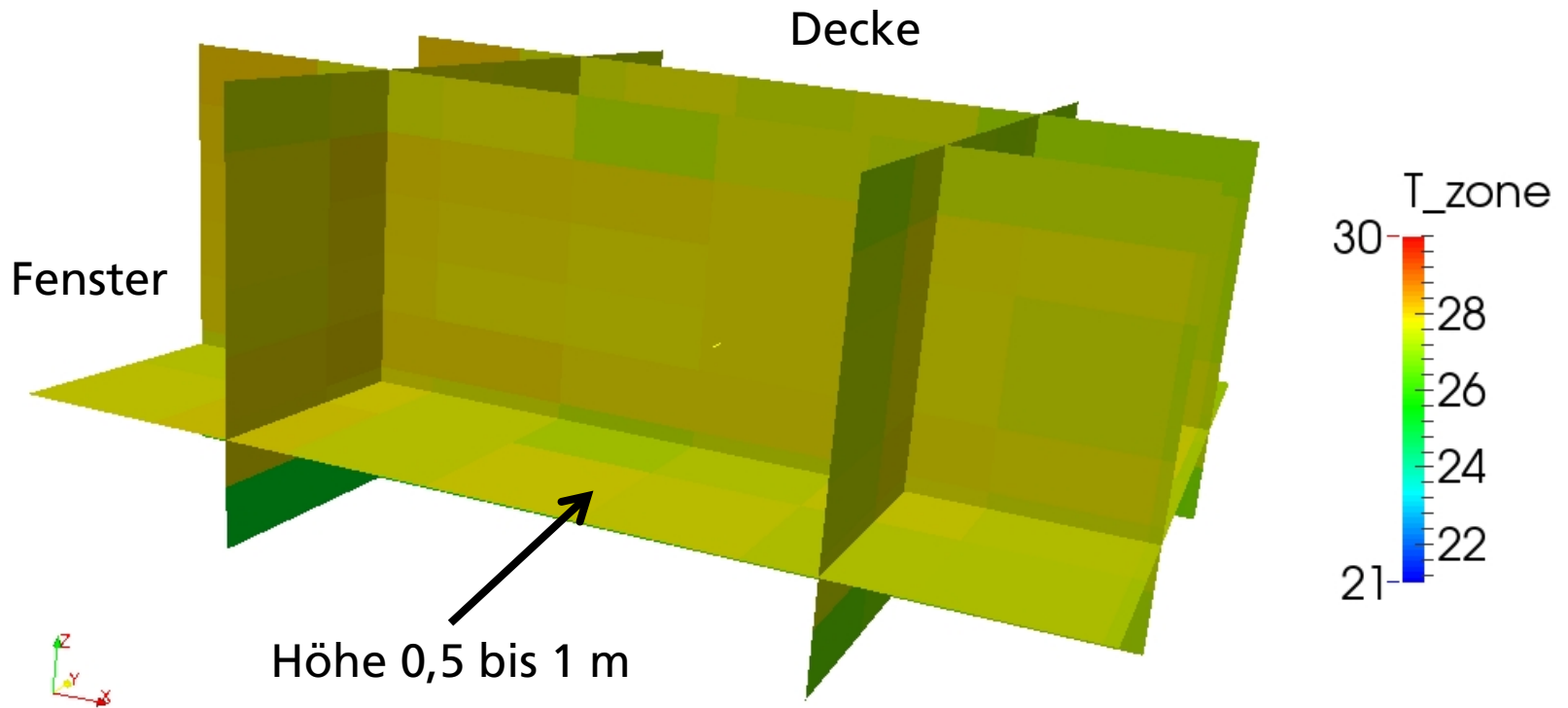
# BEISPIEL VIRTUAL PLANNING

## LÜFTUNG + VOLLSTÄNDIGE KÜHLDECKE



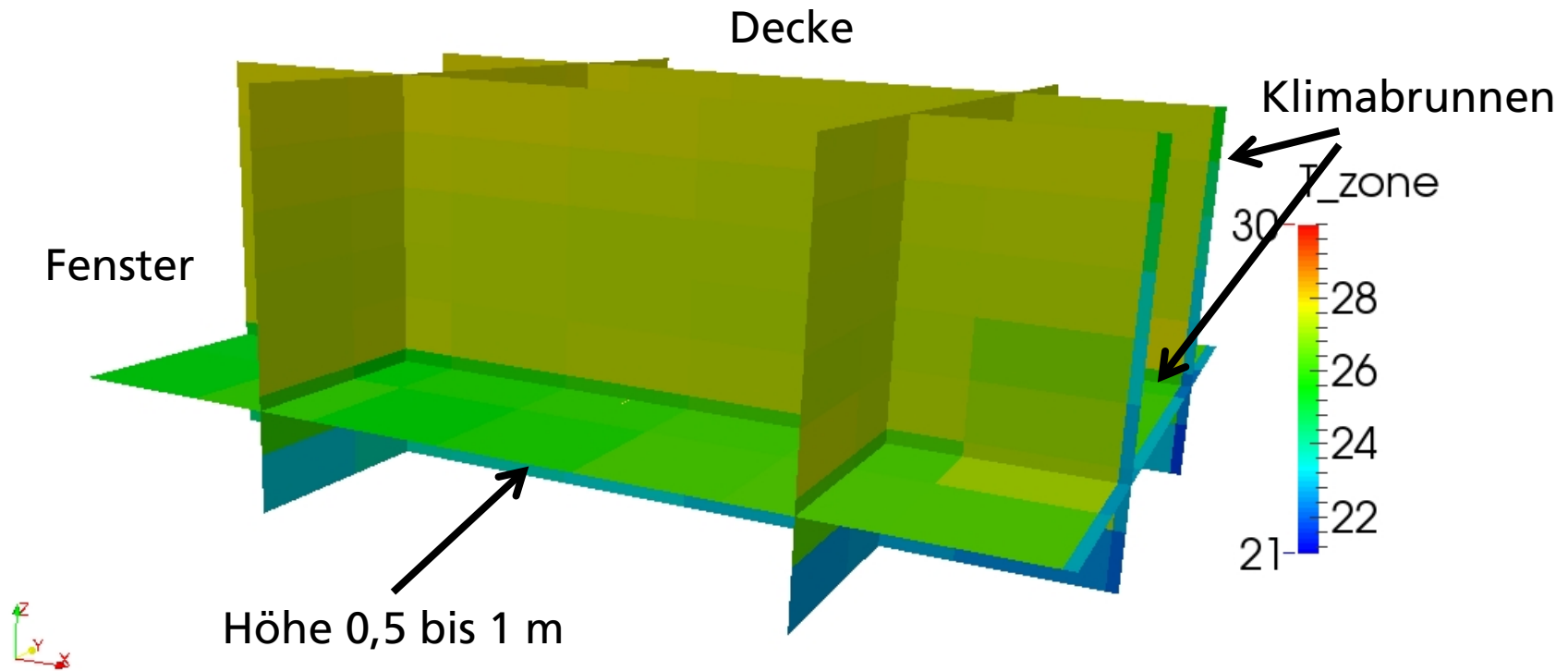
# BEISPIEL VIRTUAL PLANNING

LÜFTUNG + 43% KÜHLDECKE



# BEISPIEL VIRTUAL PLANNING

## LÜFTUNG + VOLLFLÄCHIGER KLIMABRUNNEN (25m<sup>2</sup>)



# Verknüpfung Simulation und Realität

# VERBINDUNG SIMULATION - REALITÄT

## INDOOR AIR TEST CENTER (IATC)



### Untersuchungen zu Innenräumen unter definierten Randbedingungen

- Validierung von Simulationsmodellen
- Biologische, Chemische, Organische Infiltration der Luft
- Untersuchung von aktiven/passiven Luftreinigungssystemen
- Analyse der Lüftungseffektivität
- Untersuchungen an schnell reaktiven Heiz-/Kühlflächen
- Strömungsanalyse
- KFZ-Tests



### INDOOR AIR TEST CENTER (IATC)

Das Fraunhofer IBP errichtet derzeit am Standort Holzkirchen ein neues einzigartiges Testcenter für Innenraumklima und Luftqualität. In einem etwa 175 m<sup>3</sup> (6 x 7,5 x 3,9 m) großen Testraum können unterschiedliche Untersuchungen zur Luftqualität, dem Strömungs- und Temperaturverhalten sowie der Wirksamkeit aktiver und passiver Luftreinigungssysteme durchgeführt werden. Hierzu sind im Luftversorgungssystem des Testraums vier parallel geschaltete Kanalsysteme installiert. Durch den Einsatz verschiedener Präzisions-Zugabe-Systeme wird es bei einem Volumenstrom von bis zu 1800 m<sup>3</sup>/h ermöglicht Luftbelastungen mit chemischen und biologischen Substanzen als auch mit Partikeln zu erzeugen und die Wirksamkeit von Luftreinigungssystemen zu untersuchen. Im vierten Strang können sehr genaue Volumendrommungen durchgeführt werden, um auch verzweigte Kanalsysteme beurteilen zu können. Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit der zugeführten Luft kann genau geregelt werden und erlaubt Untersuchungsbedingungen bis 80°C bzw.

95% r. F. Die Zusammensetzung der Luft kann online u. a. auf folgende Parameter untersucht werden:

- TVOC (0,1-1000 ppm)
- CO<sub>2</sub> (80-2000 ppm)
- CO (0,04-1 ppm)
- NO<sub>x</sub> (1-1000 ppb)
- O<sub>3</sub> (1-1000 ppb)
- Partikel (0,02 – 10 µm)

Darüber hinaus ermöglicht die Luftprobenahme auf spezielle Festphasensorber off-line im Labor den Gehalt an einzelnen flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs), Aldehyden, Ketonen, Aminen, Phtalaten, etc. bis hin zu Geruchstoffen zu bestimmen.

Der Testraum selbst ist mit einzeln heiz- und kühlbaren Oberflächenelementen ausgestattet, um unterschiedliche Temperaturprofile der Wände zu simulieren. Neue Produktentwicklungen zur aktiven und passiven Luftreinigung können somit hinsichtlich ihrer Wirkung sowohl im

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP**  
Abteilung Raumklima, Bauchemie, Baubiologie, Hygiene  
Fraunhoferstraße 10  
83626 Valley  
**Ansprechpartner Raumklima**  
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Thomas Kirmayr  
Telefon +49 8024 643250  
thomas.kirmayr@ibp.fraunhofer.de  
**Baubiologie, Bauchemie, Hygiene**  
Dr. Florian Mayer  
Telefon +49 8024 643238  
florian.mayer@ibp.fraunhofer.de  
www.ibp.fraunhofer.de

# TESTPLATTFORM

## INDOOR AIR TEST CENTER (IATC)



# MEGA – Modulplattform Energieeffiziente Gebäudeausrüstung



# MEGA – Modulplattform Energieeffiziente Gebäudeausrüstung



# FORSCHUNGSFELD – SYSTEMEFFIZIENZ

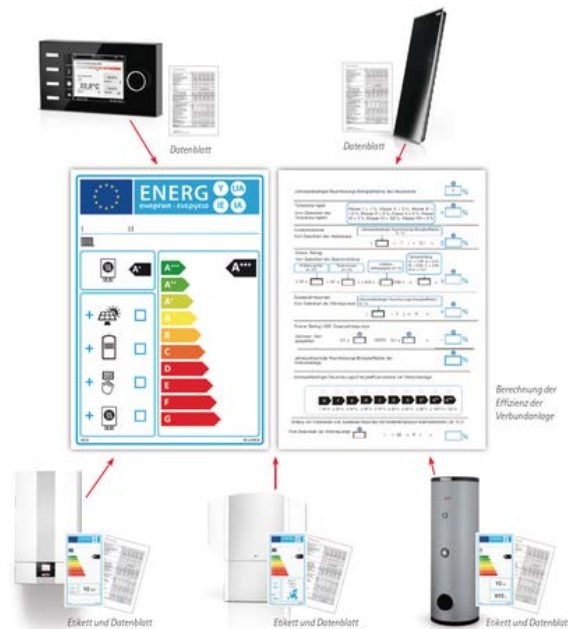
## VON DER PRODUKTBEURTEILUNG ZUR SYSTEM- UND WIRKBEURTEILUNG

Ziel 1

Systemoptimierte  
Verbundanlagen

Ziel 3

Nutzerintegriertes  
Gesamtsystem



Ziel 2

Selbstregelnde  
Systeme

# Vielen Dank