



**IBPSA**  
International Building Performance Simulation Association

is a non-profit international society of building performance simulation researchers, developers and practitioners, dedicated to improving the built environment.

09.03.07

[www.ibpsa-germany.org](http://www.ibpsa-germany.org)

Dieser Vortrag wurde zuerst gehalten auf der BAUSIM 2006 in München. Die BAUSIM war die erste Konferenz der IBPSA Germany.

IBPSA-Germany wurde gegründet, um für das wissenschaftliche Feld der energetischen und ökologischen Gebäudesimulation zu werben und dieses mit dem Ziel zu fördern, den Entwurf, die Konstruktion, die Nutzung, den Betrieb bzw. die Wartung und den Rückbau neuer Gebäude bzw. des Bestandes zu verbessern.

Dort findet man verschiedene Arbeitskreise:

- Ratgeber der Gebäudesimulation
- Nutzungsrandbedingungen bei der thermischen Gebäudesimulation
- Übersicht über Aktivitäten im Bereich der Normung

Warum beteiligt sich die e<sup>2</sup> an der IBPSA?

„improving the built environment“ ist auch unser Ziel

Mit zunehmender Zahl der Gebäude-Simulation-Betreibenden wird es zunehmend wichtig in einem gemeinsamen Forum Mindeststandards zu entwickeln und Erfahrung auszutauschen.

# Energieeffiziente Nutzer

## Planung und Praxis

09.03.07

Vortrag der BAUSIM 2006, TU-München  
Dr. Ing. Hans Jürgen Schmitz

Dieser Vortrag ist aus dem Bereich „angewandte Simulation“

Neben den Anwendern beteiligen sich an der Arbeit der IBPSA auch Universitäten und Forschungsinstitute sowie Softwareentwickler

## Energieeffiziente Nutzer

Was ist  
Effizienz?

Effizienz (v. lat.: efficere „bewirken“)

ist das Verhältnis eines in definierter Qualität vorgegebenen **Ziels** zu dem **Aufwand**, der zur Erreichung dieses Ziels nötig ist.

09.03.07

Das Ziel ist das nachhaltig schadensfreie und damit nutzbare Gebäude

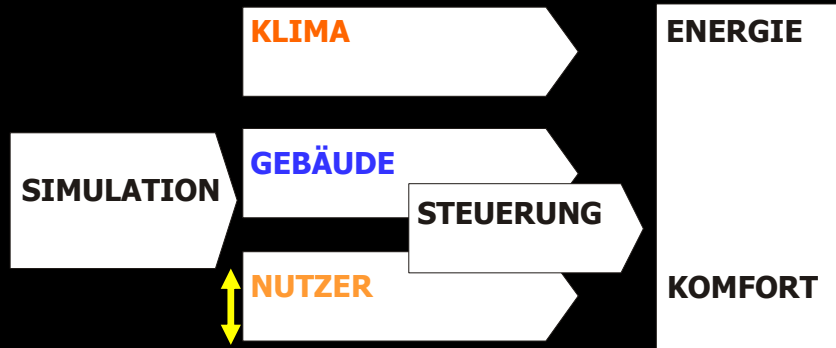
Der Aufwand ist der bauliche, anlagentechnische und energetische Aufwand, um die Nutzbarkeit zu erreichen

Damit ist der Titel ein Widerspruch in sich. Der Nutzer ist gleichzeitig das Ziel und ein maßgebender Faktor für den Aufwand. Das ist ein Zirkelschluß.

Das ist genauso unlogisch wie in der Realität eben auch oft.

## Der Einfluss der Nutzer

Was ist der Einfluss des Nutzers?



09.03.07

Klima, Gebäude und Nutzer bestimmen den Energiebedarf des Gebäudes und den erreichbaren Komfort.

Die Steuerung kann bestimmte Eigenschaften des Gebäudes beeinflussen und bestimmte Vorgaben für den Nutzerkomfort machen.

Die Simulation kann Steuerung und bauliche Randbedingungen erfassen und in der Planungsphase auch planerisch mitbestimmen.

Das individuelle Nutzerverhalten ist im Einzelfall nicht vorhersehbar.

## Simulation des Nutzerverhaltens

**Simulation** (aus Wikipedia)

Bei der Simulation werden Experimente an einem **Modell** durchgeführt, um Erkenntnisse über das reale System zu gewinnen. (...) Letzteres [das Modell] stellt eine **Abstraktion** des zu simulierenden Systems dar (Struktur, Funktion, Verhalten). Der Ablauf der Simulation mit konkreten Werten (**Parametrisation**) wird als Simulationsexperiment bezeichnet. Dessen Ergebnisse können dann interpretiert und auf das zu simulierende System **übertragen** werden.

Wie simulieren?



09.03.07

Um zu verstehen, was Simulation leisten kann, ist es wichtig, sich den grundlegenden Charakter der Simulation zu vergegenwärtigen.

Ein Modell ist ein Modell und nicht das Original. Ein Simulation richtig zu abstrahieren erfordert Erfahrung und Kompetenz

Die Parametrisation ermöglicht den Vergleich verschiedener Varianten und damit eine Begleitung der Planungstätigkeit.

Die Simulationsergebnisse müssen interpretiert werden. Welche Aussagen können absolut gemacht werden und welche Unsicherheiten bleiben aufgrund des Modellcharakters und möglicherweise nicht vorhersehbarer Parameter in den Ergebnissen bestehen?

Auch hier erfordert die Übertragung der Simulation Kompetenz und Erfahrung.



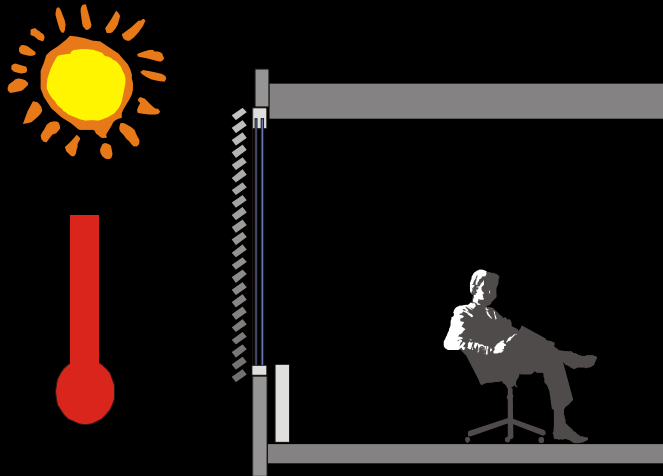
09.03.07

Auf der Homepage der IBPSA-Germany wird zur Zeit das Simupedia erstellt. Hier soll für alle Interessierten zugänglich gemacht werden, was Simulation im Bauwesen kann, welche Simulationsarten für welche Fragestellung an welcher Stelle im Planungsprozess sinnvoll einsetzbar ist.

Was sollte der  
Nutzer tun?

Sommer

09.03.07

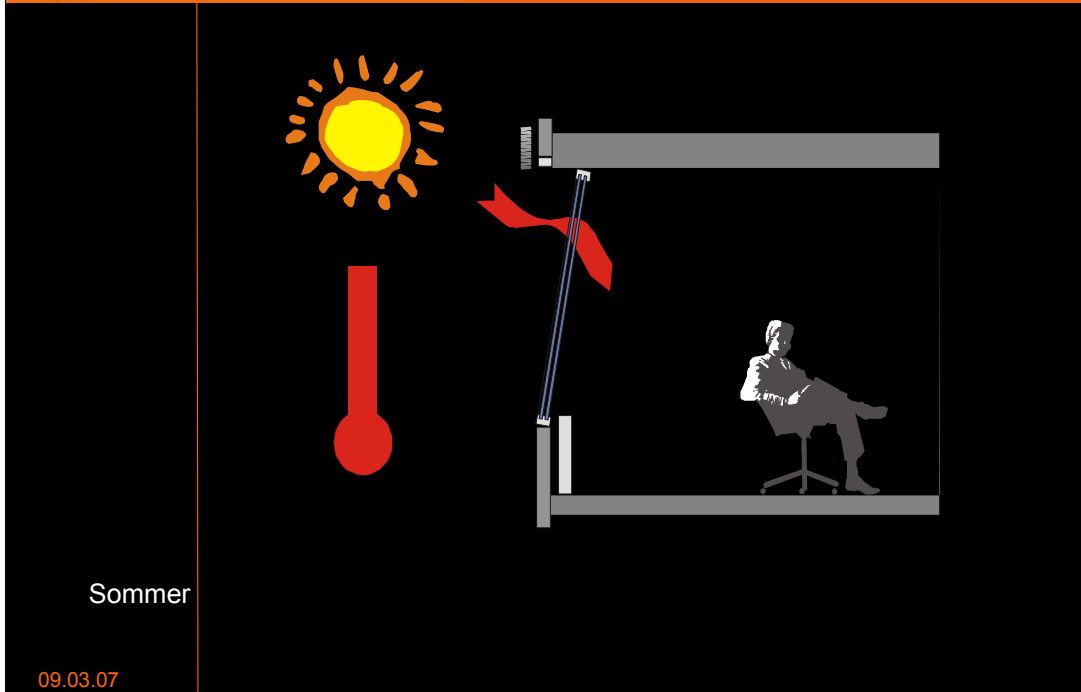


Sommerfall:

Sonneneinstrahlung und hohe Außentemperatur=>

Sonnenschutz sollte geschlossen sein

Sinnvolles Nutzerverhalten wäre, den natürlichen Luftwechsel auf Mindestluftwechsel beschränken



Sommerfall:

Nutzer öffnet morgens sein Fenster (stickige Luft von der Nacht)

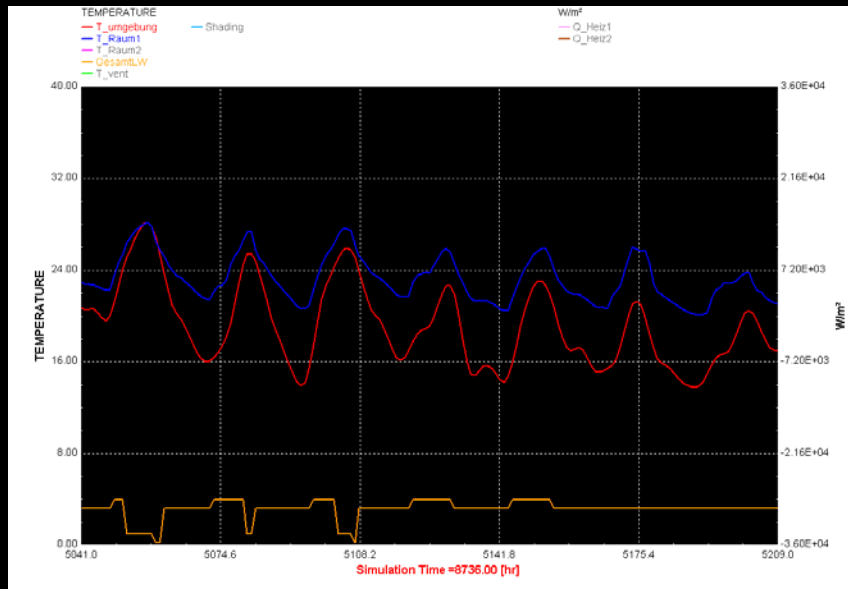
Öffnet den Sonnenschutz

Sonnenschutz wird erst bei Blendung geschlossen

Fenster bleibt offen bis zum Abend, danach wird aus Sicherheitsgründen oder Gewohnheit die Nachtlüftung unterbunden

Sommer

09.03.07

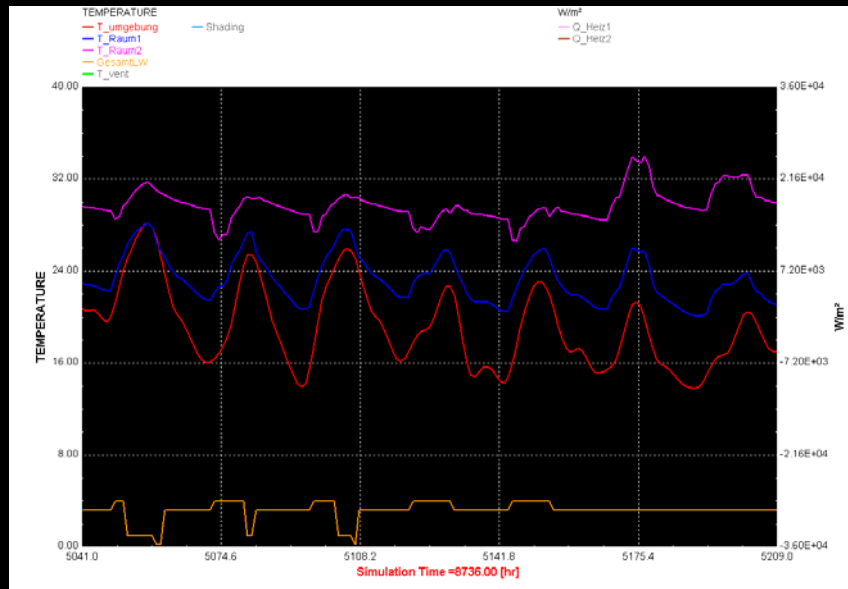


Temperatur und Lastverlauf einer Woche (ideales Nutzerverhalten)

Die Temperaturen in einem unklimatisierten Musterbüroraum bleiben tagsüber im Rahmen der Außentemperatur.

Sommer

09.03.07



Temperatur und Lastverlauf einer Woche („schlechtes“ Nutzerverhalten)

Die Raumtemperatur liegt deutlich über der Außentemperatur. Durch fehlende Nachtlüftung kann der Raum auch am Wochenende und Nachts nicht wesentlich abkühlen.

Folgen sind ein erheblich verminderter Raumkomfort oder ein unnötig hohe Kühlenergiebedarf.

Was sollte der  
Nutzer tun?

Winter

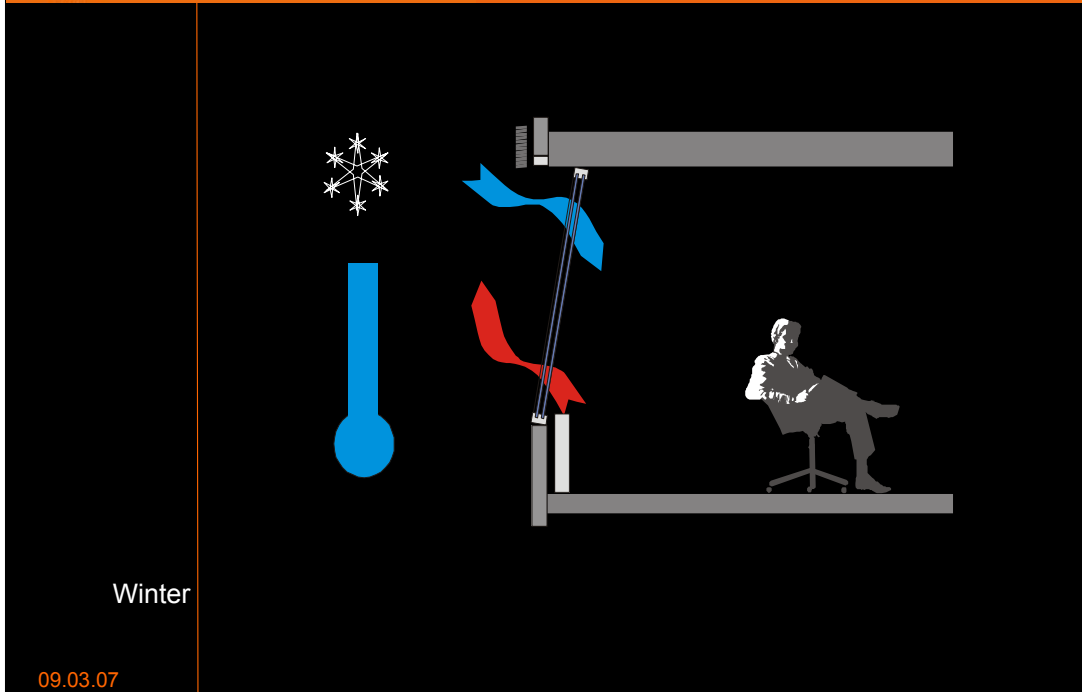
09.03.07



Winterfall

Niedrige Außentemperatur, geringes Tageslichtangebot

Der Nutzer sollte den natürlichen Luftwechsel auf Mindestluftwechsel beschränken.



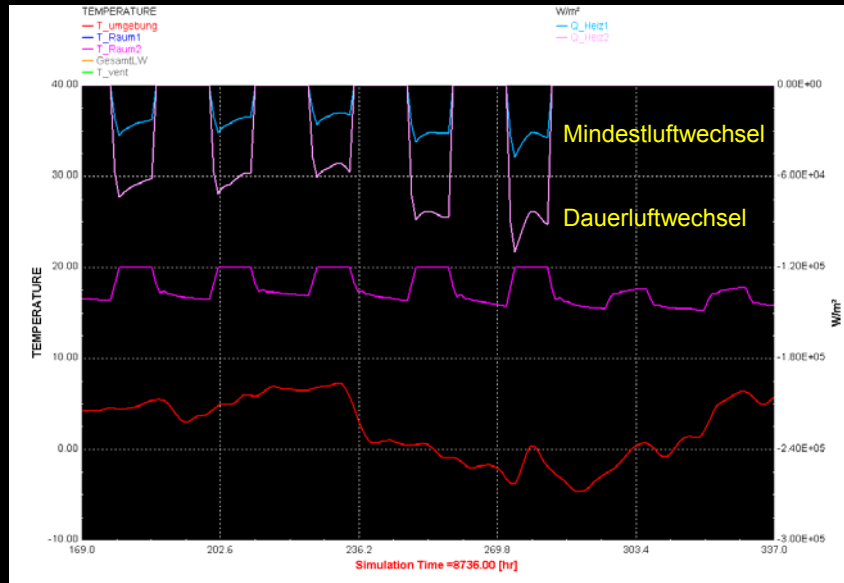
### Winterfall

Niedrige Außentemperatur, geringes Tageslichtangebot

Natürliche Lüftung gegen ‚trockene Heizungsluft‘ bewirkt hohe Wärmeverluste. Wenn nicht sogar die Heizleistung einknickt, führt doch das ständige Nachheizen trockener Außenluft (geringe absolute Feuchte) zu noch deutlich trockener Raumluft

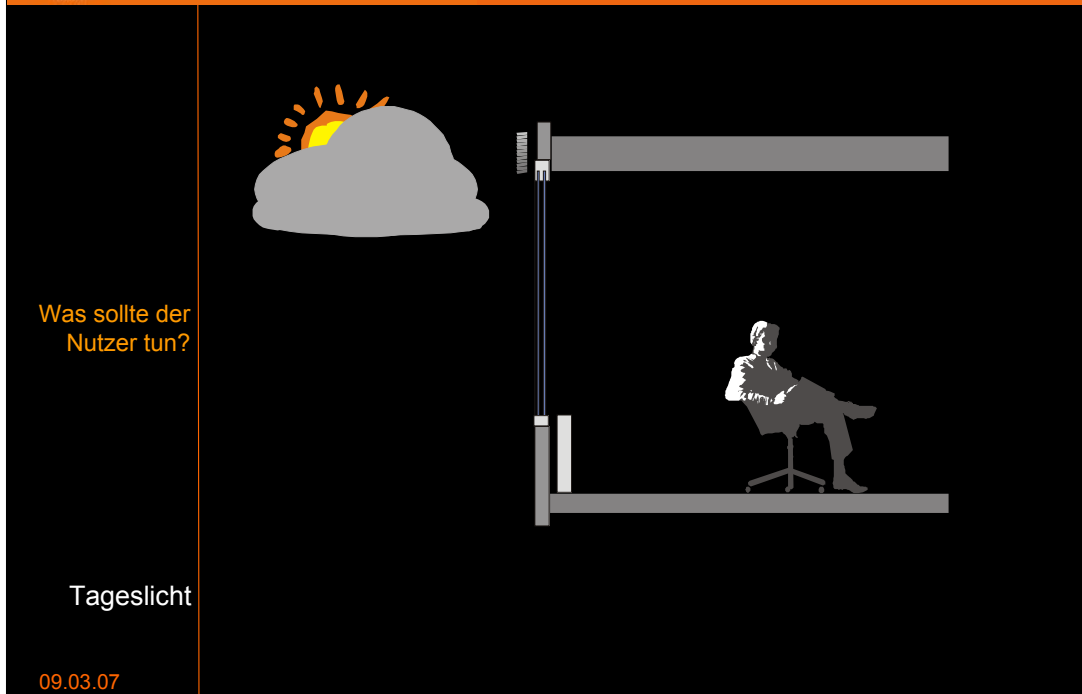
Winter

09.03.07



Lastverlauf einer Woche (ideales/schlechtes Nutzerverhalten)

Die Folge ungünstigen Lüftungsverhaltens ist eine Verdoppelung des Heizenergiebedarfs.



Teilweise bedeckter Himmel

Sonnenschutz bleibt weitgehend offen, außer bei extrem hoher Außentemperatur

Kurzzeitige Blendung wird durch Anpassung des Standortes, der Tätigkeit ausgeglichen

Hoher Tageslichtanteil (auch mit zeitweiser direkten Sonne) ist produktivitätsfördernd

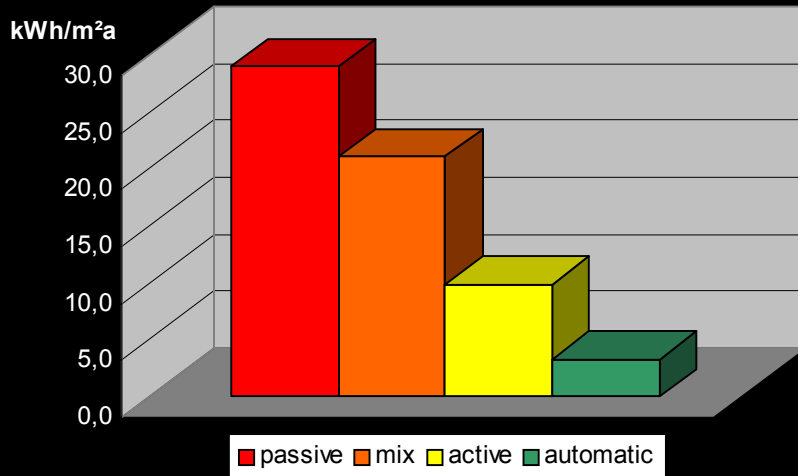


Tageslicht

09.03.07

Teilweise bedeckter Himmel. Bei der ersten Störung durch direktes Sonnenlicht wird die Jalousie geschlossen. Kommen dann Wolken und es wird zu dunkel im Raum, wird das Licht eingeschaltet. Das kann dann so bleiben, weil jetzt nichts mehr stört. Der Sonnenschutz bleibt weitgehend geschlossen, ggf. bis auf einen kleinen Ausblick. Die Folgen sind hoher Kunstlichtanteil und deutlich eingeschränkter Nutzerkomfort durch fehlendes Tageslicht.

## Jahresenergiebedarf für Beleuchtung



Tageslicht

09.03.07

Die Bandbreite des Energiebedarfs für Kunstlicht in einem Standardbüroraum ist sehr groß. Bei ungünstigstem Nutzerverhalten liegt der Energiebedarf bei fast 30 kWh/m²a. Berücksichtigt man den Primärenergiefaktor von fast 3 für Strom kommt man einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der denjenigen aus dem Heizenergiebedarf bei weitem übersteigt. Der Energiebedarf für Beleuchtung ist also kein „Nebenschauplatz“ für energetisch besonders Ambitionierte.

Motivation ?

### Nutzerkomfort

*Das Nutzerverhalten ist bestimmt durch direkt wahrnehmbare Komfortkriterien*

### Nutzerverhalten

*Vom Nutzer kann in der Regel nicht erwartet werden, die energetischen Auswirkungen seines Verhaltens abzuschätzen*

### Energie

*Der Energiebedarf ist für den Nutzer gegenüber dem Komfort untergeordnet*

### Kosten

*Unzufriedenen Nutzer sind teurer, als Verschwenderische*

09.03.07

Auf den Nutzer zu schimpfen, bringt uns nicht weiter. Was also ist zu tun?  
Zunächst erklären die o.g. Punkte, warum der Nutzer so handelt, wie er handelt.  
Betriebswirtschaftlich übersteigen die Personalkosten für weniger produktive, weil unzufriedene Nutzer, bei weitem die Energiekosten für ein Gebäude.  
Das Ziel muss daher ein Gebäude sein, das den Einfluss der Nutzereingriffe verträgt, ohne wesentlich an Effizienz zu verlieren.

Resümee ?

- Gebäude sind Unikate
  - *Bei der energetischen Optimierung ZIEL der Energieeffizienz nicht vergessen*
- Alle Menschen sind **nicht** gleich
  - *Bandbreite des Nutzerverhaltens zulassen*
  - *forgiving architecture*
- Bedienungsanleitung / Einweisung des Nutzers
  - *Pflichtenheft für MSR-Technik (Prüfung der Umsetzung)*
- Monitoring unverzichtbar

### *Ausblick*

- Leitfaden der Behaglichkeit (DIN prEN 15251)
- Energie und Behaglichkeit als Einheit verstehen

09.03.07

Unikate: es gibt keine allgemeingültige Aussage, da jedes Gebäude in seiner Architektur, seiner Technik seinen Nutzern. Sowie seinem Standort, Klima und Geschichte einzigartig ist, ABER:

Der Vortrag sollte einen Einblick geben, wie wichtig ein gebäude- und nutzerspezifisches MSR-Konzept ist. Nur bei einer konsequenten Umsetzung des integralen Planungskonzeptes und der Überwachung durch den Fachplaner können widersprüchliche Ansteuerungen für Nutzer und Umwelt vermieden werden.

Integrale Planung bedeutet: Planen bis zum Schluss aus einem Guss

Häufig entstehen noch letzte Änderungen im Entwurf / Planung und die Randbedingungen der vielleicht sogar durchgeführten „Thermischen Simulation“ werden nicht mehr eingehalten oder es wird ein fehlerhaftes LV erstellt (Planungsaufwand für Klimaingenieur kontra Fehlausschreibung)

Leitfaden der Behaglichkeit mit Bauherr & Architekten abstimmen und fixieren

# Energieeffiziente Nutzer

*Viel Spaß in  
Planung und Praxis*

*und vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*

09.03.07

Dr. Ing. Hans Jürgen Schmitz

Energieeffiziente und komfortable Gebäude sind möglich.