

# Werkzeuge zur Bewertung im Nichtwohnungsbau

Prof. Dipl.-Phys. Andreas Gerber

Hochschule Biberach

Ökosan'07, Weiz



# Gliederung

## Stationäre und dynamische Berechnungsverfahren

- Energiebilanzverfahren

- Sommerlicher Wärmeschutz

- Simulation

- Lichtsimation

## Interface- und Analysewerkzeuge

## Gebäudeinformationsmodelle

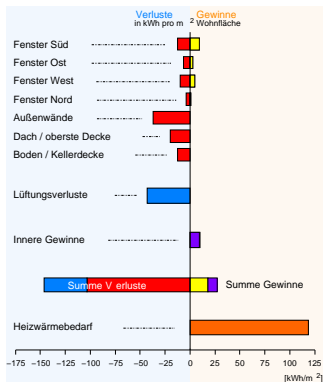
- Eigenschaften und Anforderungen

- Beispiele

## Fazit



# Stationäre Verfahren



Energieeffizientes Bauen und Modernisieren

- $Q_H$  Heizwärmeverbrauch
- $Q_T$  Transmissionswärmeverluste
- $Q_Q$  Lüftungswärmeverluste
- $Q_I$  interne Gewinne
- $Q_S$  solare Gewinne
- $\eta$  Nutzungsgrad Gewinne

## ► Stationäre Energiebilanz

$$Q_H = Q_T + Q_V - \eta(Q_I + Q_S)$$

- gültig für große Jahres- und Montasbilanzen
- $\eta$  beschreibt Nutzbarkeit der Gewinne, berücksichtigt Wärmespeicherfähigkeit
- geeignet für mehrere Zonen
- Prognose und Nachweis des Heizwärmebedarfs
- einfach in der Anwendung, geeignet für Tabellenkalkulation



# Stationäre Verfahren – sommerlicher Wärmeschutz

Sonneneintragskennwert

$$S = \frac{1}{A_G} \sum_i A_{w,i} g_{\text{total}}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad

$$g_{\text{total}} = g F_c$$

Abminderungsfaktor  $F_c$  für  
Sonnenschutz

$$F_c = 0.2 \dots 1.0$$

## Verfahren nach DIN 4108 Teil 2

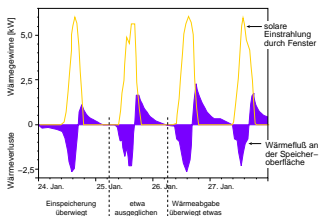
- ▶ Einfaches Nachweisverfahren
- ▶ Abschätzung der Anforderungen an Sonnenschutz
- ▶ Nachweis kann auch mit dynamischer Simulation geführt werden

## Methodik

- ▶ Bestimmung des gebäudetypischen Sonneneintragskennwert  $S$
- ▶  $S$  muss kleiner sein als zulässiger Wert
- ▶ zulässiger Wert hängt ab von Klimaregion, Bauart, Orientierung



# Dynamische Gebäudesimulation



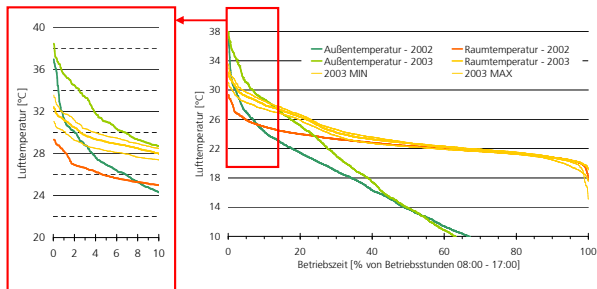
Energieeffizientes Bauen und Modernisieren

- ▶ Erweiterte Energiebilanz: Berücksichtigung des Speichervermögens
- ▶ (Gebäude-)System wird durch ein physikalisches Modell beschrieben
- ▶ Berechnung in kurzen Zeitschritten
- ▶ detaillierte Temperatur und Leistungsverläufe
- ▶ Berücksichtigung des Austauschs zwischen Zonen
- ▶ physikalische Modelle für Wände, Fenster, Strahlungsaustausch, Wärmespeicherung, Solarstrahlung, ...



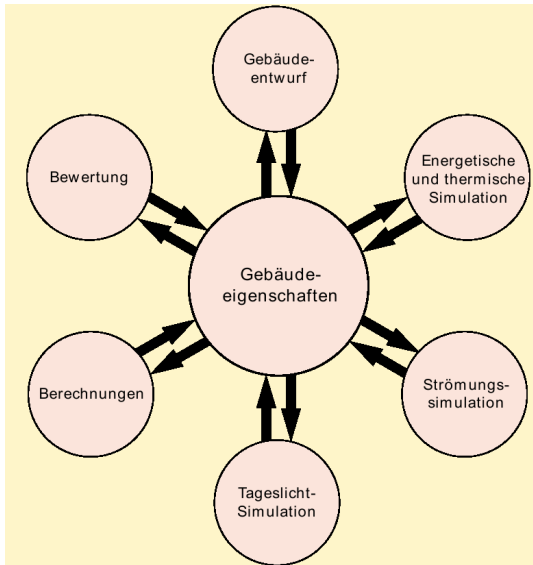
# Warum Thermische Simulation?

- ▶ Sommerlicher Wärmeschutz
- ▶ Gebäude mit großen Glasanteilen
- ▶ interzonaler Austausch
- ▶ Passive Kühlung
- ▶ Bauteilaktivierung für Kühlung



# Hemmnisse

- ▶ Hoher Eingabeaufwand (Modellierung)
- ▶ komplexe Handhabung
- ▶ Aufwand für Analyse und Ergebnisdarstellung
- ▶ schlechte Integration in Planungsprozess



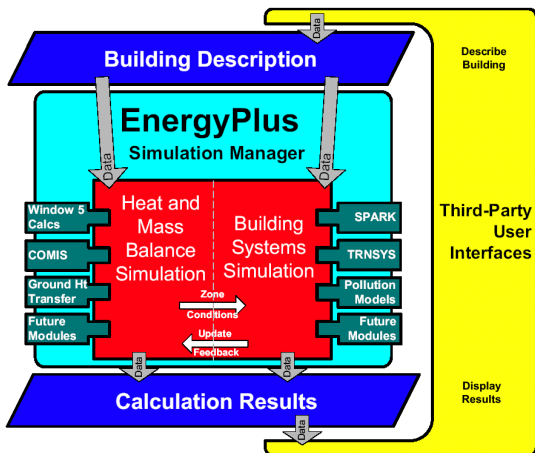
Energieeffizientes Bauen und Modernisieren



# Beispiele für Thermische Simulationsprogramme

## EnergyPlus

- ▶ Nachfolger von DOE2, Werkzeug der Wahl in Nord-Amerika, Großbritannien
- ▶ TGA und Gebäudesimulation
- ▶ Nur Simulationskern
- ▶ <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>



EnergyPlus university course

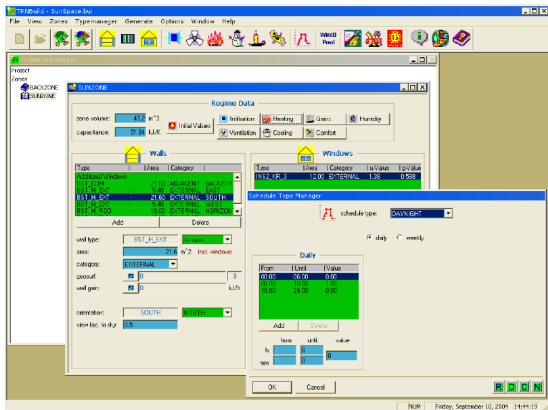




# Beispiele für Thermische Simulationsprogramme

## TRNSYS

- ▶ Modular aufgebautes Gebäude- und Anlagen-Simulationsprogramm
- ▶ Simulationskern
- ▶ Graphische Benutzeroberfläche
- ▶ [www.transsolar.com](http://www.transsolar.com)



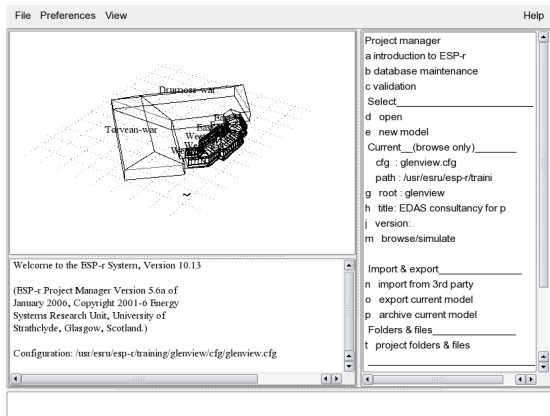
Transsolar



# Beispiele für Thermische Simulationsprogramme

## esp-r

- ▶ Ursprung: Thermische Gebäudesimulation
- ▶ Lichtsimulation (Radiance)
- ▶ Strömungssimulation
- ▶ Anlagensimulation
- ▶ Nutzerschnittstelle nicht intuitiv
- ▶ Dokumentation



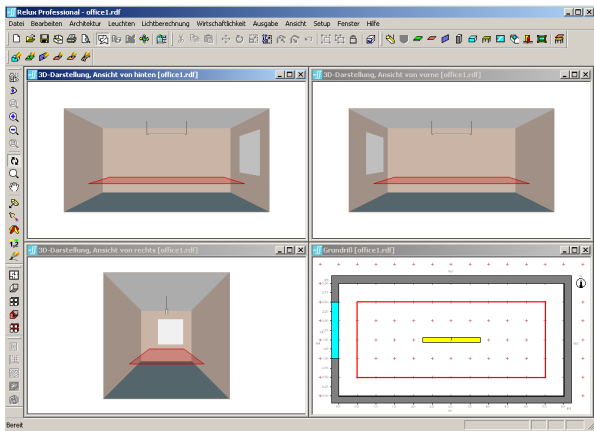
# Lichtsimulation

## Anwendungen

- ▶ Kunstlichtplanung
- ▶ Tageslichtquotient
- ▶ Tageslichtautonomie
- ▶ Blendungsbewertung

## Werkzeuge

- ▶ Lichtplanung
- ▶ Datenbank mit Kunstlichtquellen
- ▶ Schnittstellen zu Radiance



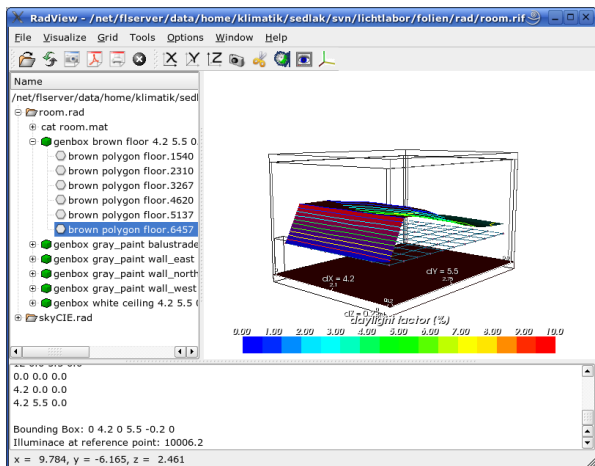
Relux



# Lichtsimitation mit Radiance

## Physikalischer Renderer

- ▶ ermöglicht komplexe Lichtsimulationen
- ▶ Erweiterungen für Tageslichtautonomie
- ▶ Blendungsbewertung für Tageslicht
- ▶ Geometrieübernahme aus CAD
- ▶ Viewer für Szenen für Analyse



# Interface- und Analysewerkzeuge

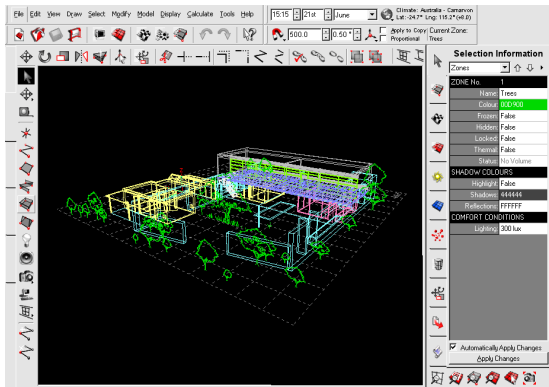
## Ziele

- ▶ Vereinfachung der Eingabe
- ▶ Parametrierung der Simulation
- ▶ Steuerung und Überwachung der Simulation
- ▶ Analyse und Aufbereitung der Ergebnisse



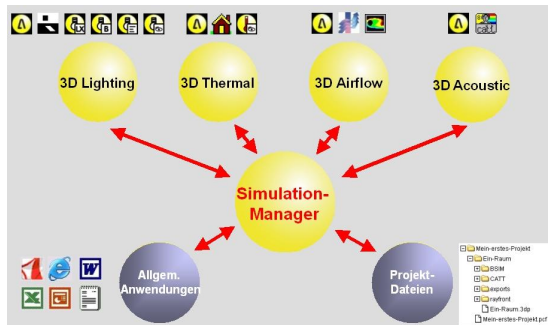
# Beispiel: Ecotect

- ▶ Modellierer
- ▶ Schnittstellen zu CAD-Programmen (gbXML)
- ▶ thermische Simulation
- ▶ Lichtsimulation
- ▶ Verschattungsanalyse
- ▶ Strömungssimulation (Fluent)
- ▶ Akustik
- ▶ <http://squ1.com>



# Simulation Manager/Simulation Wizard (AL ware)

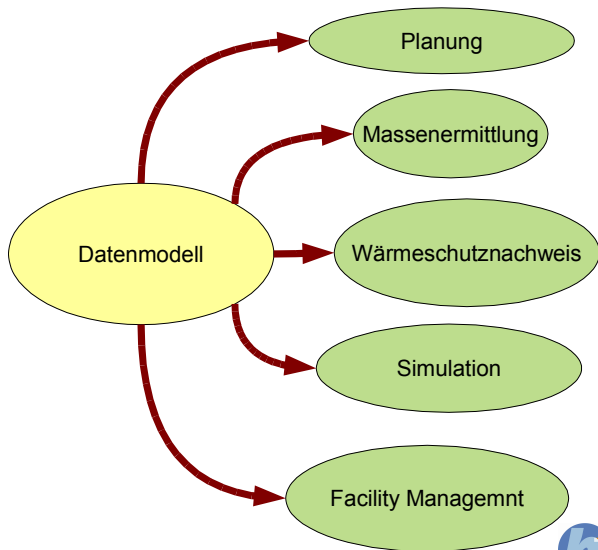
- ▶ Modellierungswerkzeuge objektorientiert
- ▶ Oberfläche für verschiedene Simulations-Aufgaben
- ▶ Visualisierung von Ergebnissen



AL Ware

# Datenmodelle für Simulation

**BIM** Aus einem konsistenten Modell werden sämtliche Anwendungen bedient





# Eigenschaften und Anforderungen von BIM

- ▶ Geometrieinformation
- ▶ Wissen über Nachbarschaften, Zonen und Räume (Graphen)
- ▶ Objektorientiert
- ▶ Objekte tragen Attribute (Produkteigenschaften)
- ▶ Attribute sind erweiterbar, komplexe Datenstrukturen möglich

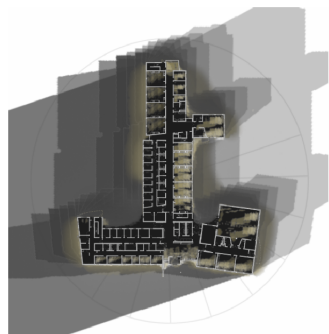
Gängige Praxis: Eigenes Modell für Simulation erstellen



# Gebäudeinformationsmodelle

## Proprietäre Formate

- ▶ Autodesk Revit
- ▶ ArchiCad



Autodesk

## Herstellerunabhängige Modelle

- ▶ IFC (Industry Foundation Classes)
- ▶ gbXML (Green Building XML)
- ▶ Datenmodell Lernnetz Bauphysik (Beschränkung auf Bauphysik)

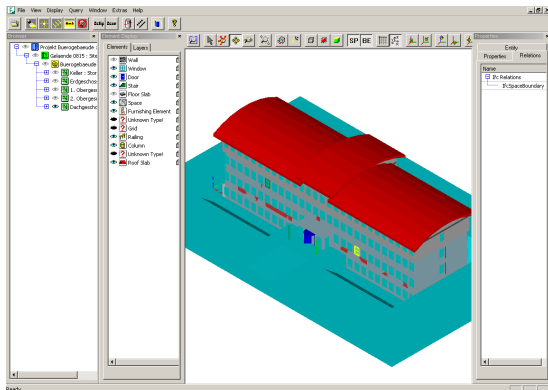


# Industry Foundation Classes, IFC

## Ziel

Entwicklung eines Standards zum Austausch von Daten während des Lebenszyklus' eines Gebäudes.

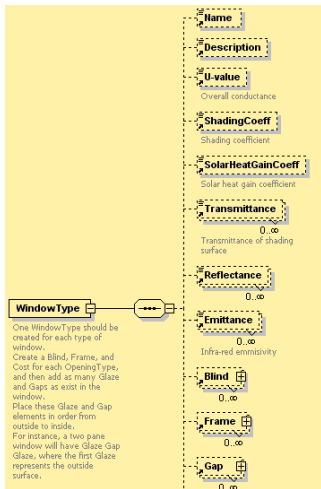
- ▶ entwickelt seit 1995
- ▶ zögerliche Unterstützung durch CAD-Anbieter
- ▶ aktuell: IFC2x3 (Februar 2006)
- ▶ Unterstützung durch Simulationssoftware in Forschungsprojekten
- ▶ komplex



Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik



# Green Building XML, gbXML



gbXML documentation

- ▶ XML basiertes Format
- ▶ Eindeutige Beschreibung als XML-Schema
- ▶ Unterstützung durch namhafte CAD-Hersteller:
  - ▶ Autodesk (Autodesk Architectural Desktop, Revit)
  - ▶ Artifice (Design Workshop)
  - ▶ ArchiCAD
- ▶ Unterstützung in einigen Simulationsprogrammen
  - ▶ EnergyPlus
  - ▶ Green Building Studio
  - ▶ Ecotect
- ▶ einfache Geometrien
- ▶ Beschränkung auf Daten für Simulation



# Fazit

- ▶ Simulation ist für bestimmte Fragestellungen unerlässlich
- ▶ Mehraufwand für Simulation durch
  - ▶ Modellierung
  - ▶ Parametrierung
  - ▶ Analyse
  - ▶ Rechenzeit für viele Anwendungen nicht von großer Bedeutung
- ▶ Verbreitung von Simulation erfordert Gebäudedatenmodelle
- ▶ Verbreitung von Simulation erfordert einfach handhabbare Werkzeuge

