

---

# BIM-INTEGRATION FÜR DIE GEBÄUDE- UND ANLAGENSIMULATION

Elisabeth Eckstädt

---



---

# AGENDA

---

- Klassische Planungsmethoden und ihre Grenzen
- Simulation – warum denn nicht?
- Simulationsszenarien im Planungsprozess
- Einbindung von Bestandssoftware
- Minimierung des Zusatzaufwands
- Beitrag von FMI4BIM



# Klassische Planungsmethoden und ihre Grenzen

- Normen oft auf Basis von Worst-Case-Betrachtung
  - → Überdimensionierung
  - Insbesondere bei Kombination verschiedener Worst-Cases (Temperatur, Strahlung, Wind, Aufheizbetrieb, Enteisung, ...)
- Bewertung dynamischer Effekte (Nachtabsenkung, Jahres- und Tagesgang des Wetters, ...)
  - → Berücksichtigung mit Faktoren (Vollaststunden, Aufheizfaktor) die man eigentlich nicht kennt
  - → ggf. falsche Entscheidungsgrundlage
- Unkonventionelles kann nicht bewertet werden
  - Geometrien → Überdimensionierung
  - Betriebsweisen → energieeffiziente Betriebsweisen können nicht zur Anwendung kommen
  - Multivalenz → kein Einsatz wie gedacht → Ineffizienz

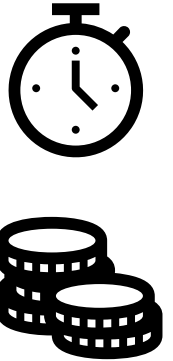
# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit



# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit
- Zusatzkosten
- Hoher Aufwand für die Modellerstellung



# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit

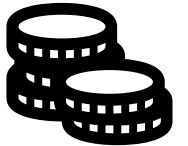
- Zusatzkosten



- Hoher Aufwand für die Modellerstellung

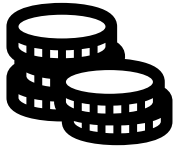
- ABER: Unterstützung durch BIM

- ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)



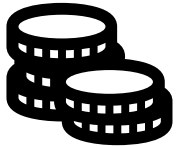
# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit
- Zusatzkosten
  - Hoher Aufwand für die Modellerstellung
    - ABER: Unterstützung durch BIM
    - ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)
- Bestandssoftware



# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit
- Zusatzkosten
  - Hoher Aufwand für die Modellerstellung
    - ABER: Unterstützung durch BIM
    - ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)
- Bestandssoftware
- Abweichung von der Norm





# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit

- Zusatzkosten



- Hoher Aufwand für die Modellerstellung

- ABER: Unterstützung durch BIM

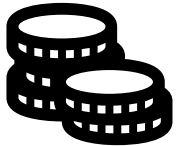
- ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)

- Bestandssoftware

- Abweichung von der Norm



- Formelle Hürde



# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit

- Zusatzkosten



- Hoher Aufwand für die Modellerstellung

- ABER: Unterstützung durch BIM

- ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)

- Bestandssoftware

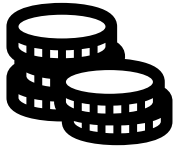
- Abweichung von der Norm



- Formelle Hürde



- Mehr Know-how nötig



# Hinderungsgründe für Simulation

- Rechenzeit

- Zusatzkosten



- Hoher Aufwand für die Modellerstellung

- ABER: Unterstützung durch BIM

- ABER: Verschiedene Betrachtungen mit einem Berechnungsmodell (z.B. Lastermittlung & SWS)

- Bestandssoftware

- Abweichung von der Norm



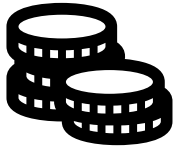
- Formelle Hürde



- Mehr Know-how nötig



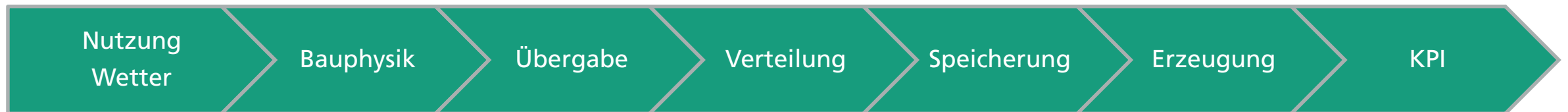
- Abstimmungsaufwand



# Ableitung von Simulationsszenarien



- Zuordnung
- Charakteristik
  - Auszuwertende Kriterien
  - Variable Größen
- Anforderung an die Modelle
  - Umfang
  - Kopplung
  - Inhalt



- Vollständig: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-603249.html>



## ■ Szenario I: Architektenentwurf

*Gibt es einen nennenswerten Unterschied im Energieverbrauch (Heizen- und Kühlen) der L- und T-förmigen Gebäudevariante?*

## ■ Szenario II: Gebäude als Verbraucher

*Sollen die Besprechungsräume mit Aussicht in Richtung Süden oder energetisch günstiger an der Nordseite platziert werden?*

## ■ Szenario III: Variantenstudie Anlagentechnik

*Luft/Wasser-Wärmepumpe oder Fernwärmeanschluss?*

## ■ Szenario IV: Leistungsmäßig begrenzte Anlagentechnik

*Welche Komforteinbußen ergeben sich bei Einsatz eines » zu klein« dimensionierten Erzeuger oder bei stromgeführter Betriebsweise einer KWK-Anlage?*



## ■ Szenario Va: Raumübergabe Detailbetrachtung nur RLT

*Wenn das Büro A (Solltemperatur 22°C) vom selben Zuluftstrang wie Besprechungsraum B (voll belegt: Kühlfall, Zulufttemperatur 18°C) versorgt wird, wieviel größer wird im Büro der Heizkörper?*

## ■ Szenario Vb: Raumübergabe Detailbetrachtung (luft- und wasserseitig)

*Welche Behaglichkeitseinbußen sind zu erwarten, wenn die Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung im Winter nur 23 statt 25°C beträgt?*

## ■ Szenario VI: Erzeugungsanlage Detailbetrachtung

*Wieviel mehr Strom fließt in die Wärmepumpe, wenn sie zumindest zeitweise 50°C für die Trinkwarmwasserbereitung bereitstellen muss. Lohnt sich demnach die Installation einer separaten elektrische TWW-Bereitung?*



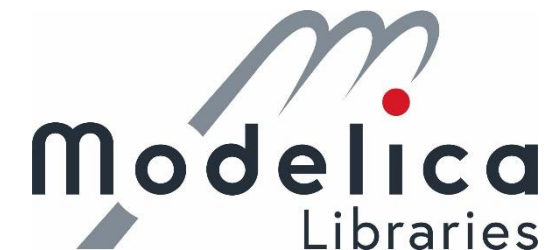
- Bestandssoftware für verschiedene Anwendungsfälle (Kühllastberechnung, NANDRAD, PV\*Sol, T\*Sol, WUFI, ...)
- Gekoppelte Simulation häufig nötig, serielle Kopplung nicht ausreichend
- Standard: FMI (Funktional Mock-up Interface) für gekoppelte Simulationen
  - gemeinsames Simulieren von Modellen aus unterschiedlichen Quellanwendungen
  - über definierte Schnittstellen
  - ohne Offenlegung des Rechenkerns (geistiges Eigentum)
  - Kapselung: Verstecken der Komplexität



# Beiträge aus der Forschung zur Minimierung des Simulationsaufwands

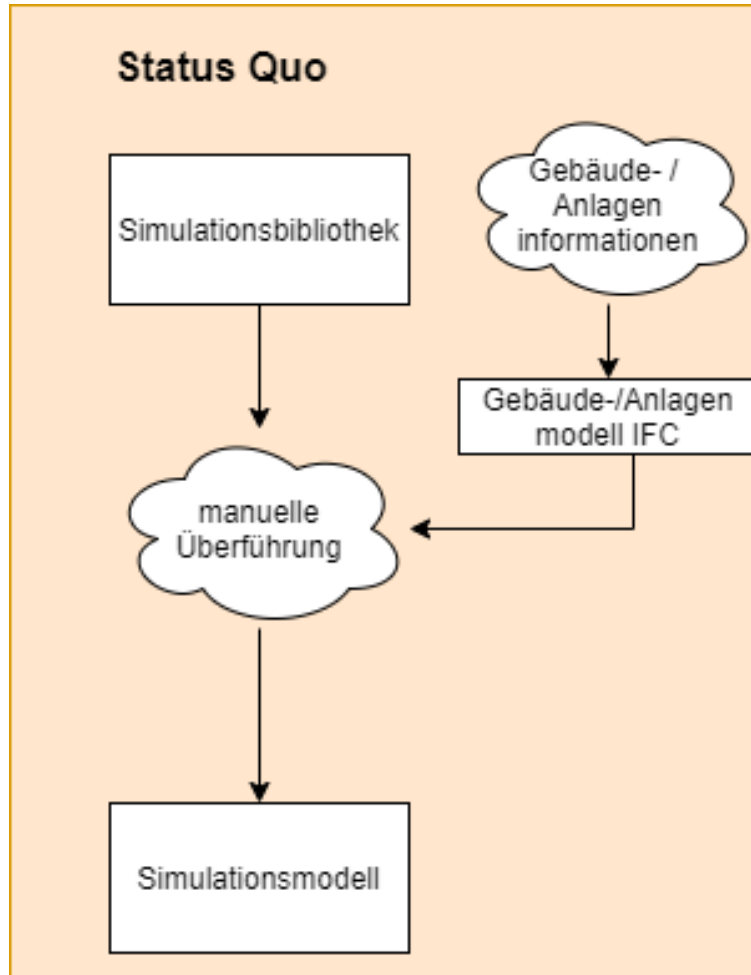


- Open-Source-Tools und -Libraries (kostenlos auch für kommerzielle Nutzung)
  - OpenModelica (Simulationskern & GUI)
  - Library (Fachmodelle): IBPSA / Annex 60 / EnOB: EnEff-BIM
- Praxistauglichkeit der Library?
  - Level of Detail
  - Parametrierungsaufwand
- Komplexe Workflows wurden vorgestellt
- Ziel FMI4BIM: Simulation nicht nur als Nachrechnung, sondern als iteratives Planungswerkzeug
- Weiteres Problem: keine Standards was, wo und wie im IFC gespeichert wird

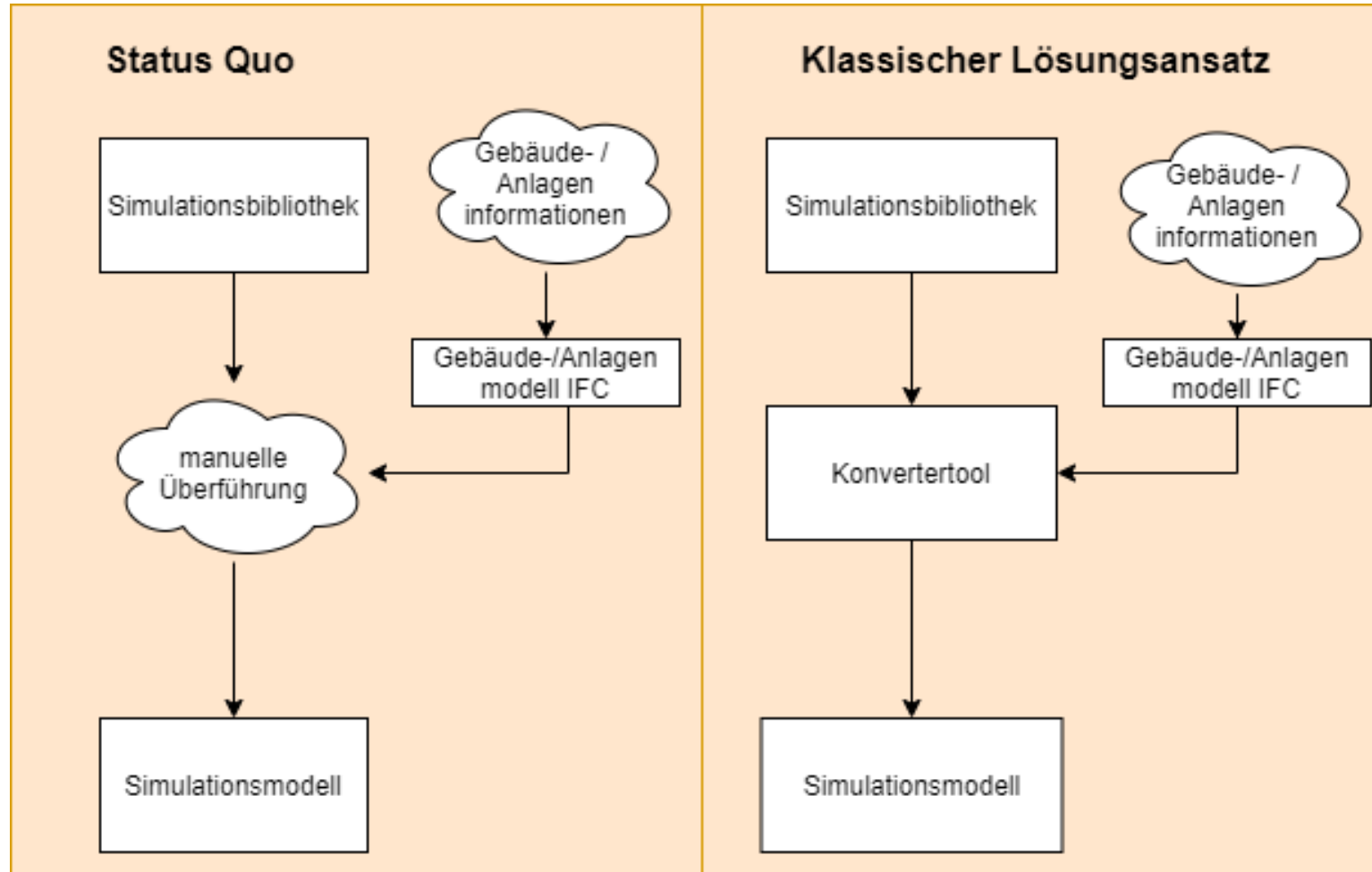




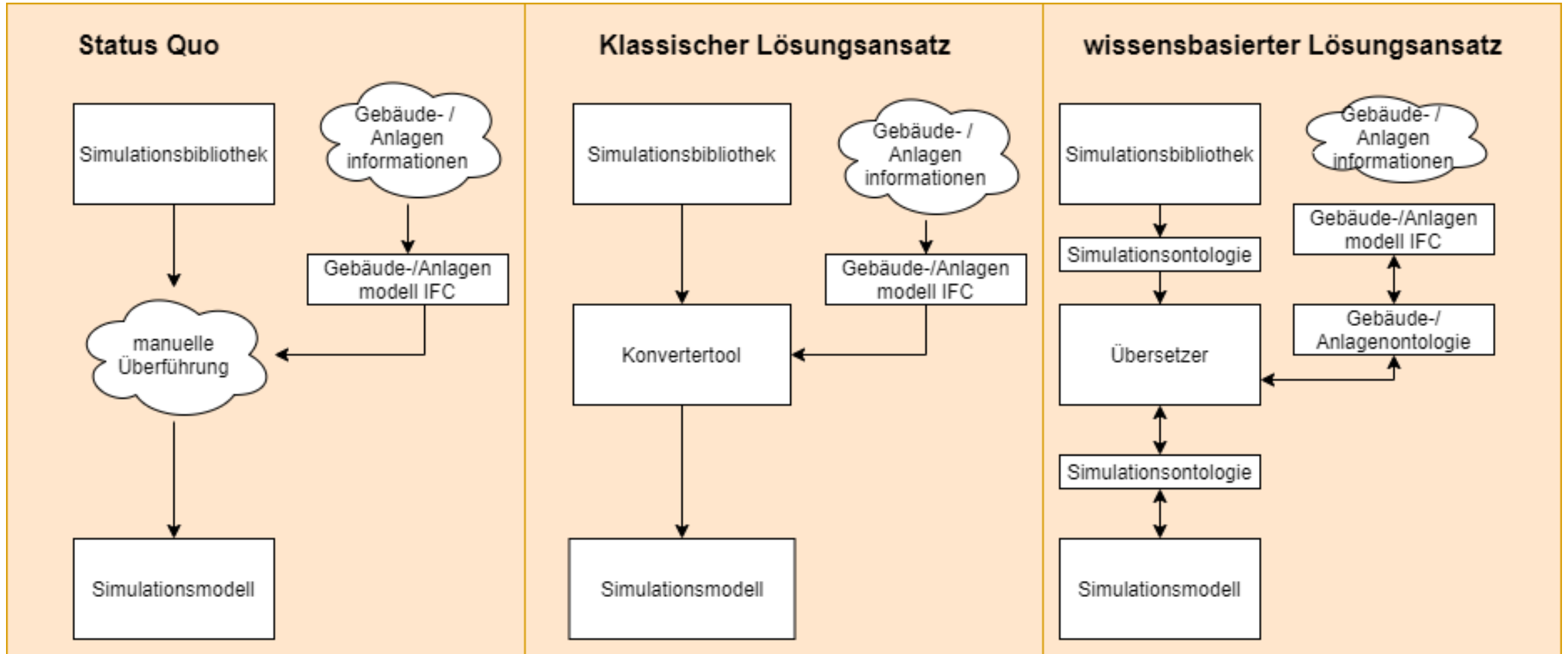
# Wissensbasierterer Ansatz für IFC ↔ Modelica



# Wissensbasierterer Ansatz für IFC ⇔ Modelica

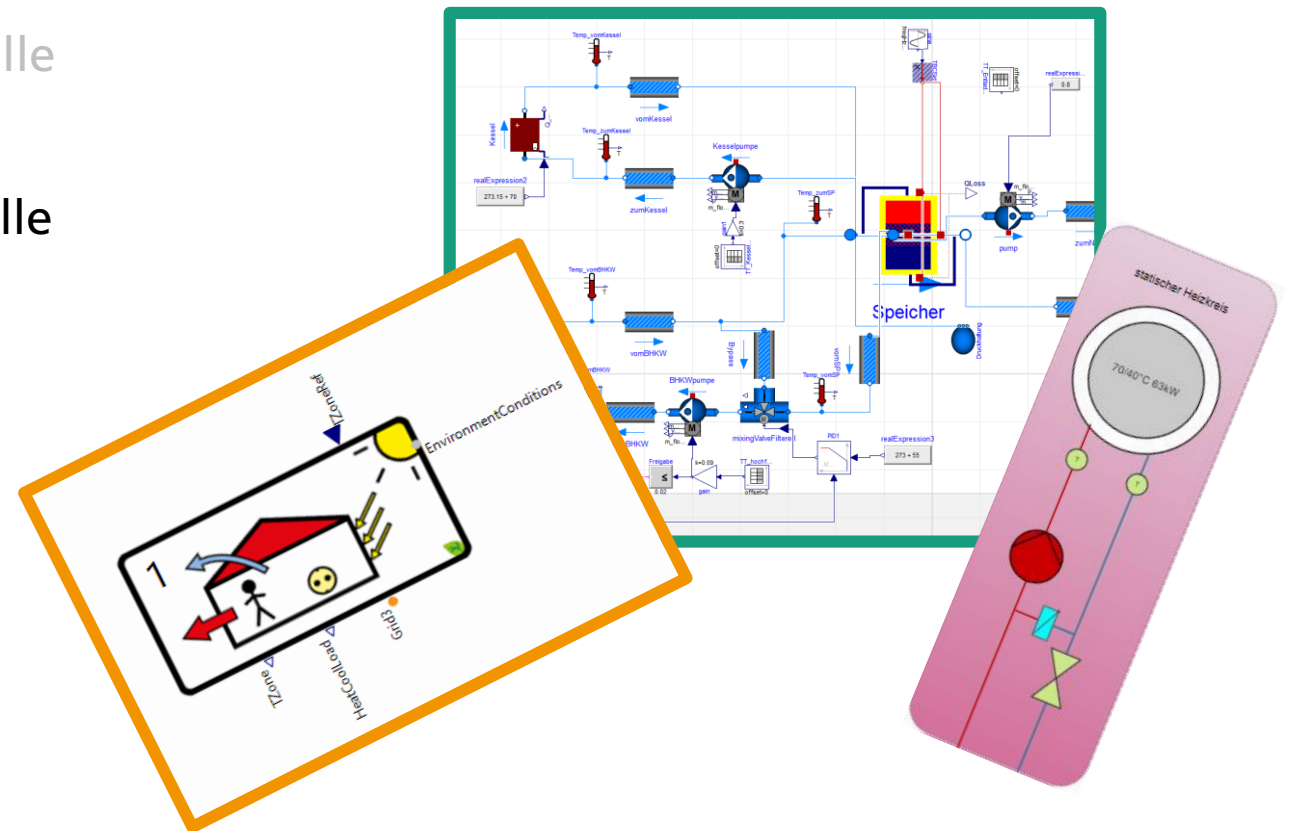


# Wissensbasierterer Ansatz für IFC ↔ Modelica



# FMI4BIM Arbeitsplan

- Anforderungsanalyse für Prozesse und Modelle
- Spezifikation der Schnittstellen
- Erstellung FMI4BIM konformer Analysemodelle
- BIM-Integration
- Modellkopplung mit FMI
  - NANDRAD
  - SimulationX+GreenCity
  - Dymola+IBPSA
- Anwendungsszenarien (Demonstrator)



# FMI4BIM Konsortium

- ESI ITI GmbH: Softwarehersteller von SimulationX
- EA Systems Dresden GmbH: Simulationsdienstleister und Entwickler der GreenCityLibrary
- Innius GTD GmbH: Planungsbüro für Technische Gebäudeausrüstung
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS
- Technische Universität Dresden - Institut für Bauklimatik

## Kompetenzen:

- Modelica
- Gebäude- und Anlagensimulation
- Fachplanung TGA

# BIM-INTEGRATION VON GEBÄUDE- UND ANLAGENSIMULATION

## FRAGEN & KOMMENTARE

[HTTPS://WWW.EAS.IIS.FRAUNHOFER.DE/DE/  
ANWENDUNGSFELDER/LEBEN-GESUNDHEIT/FMI4BIM.HTML](https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/leben-gesundheit/fmi4bim.html)

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS  
Zeunerstraße 38  
01069 Dresden

[www.eas.iis.fraunhofer.de](http://www.eas.iis.fraunhofer.de)

Dipl.-Ing. Elisabeth Eckstädt

✉ [elisabeth.eckstaedt@eas.iis.fraunhofer.de](mailto:elisabeth.eckstaedt@eas.iis.fraunhofer.de)

☎ +49 351 4640- 742



# Bildquellen/-rechte

## ■ Folie 8

- [www.modelica.org](http://www.modelica.org)

## ■ Folie 9

- [www.openmodelica.org](http://www.openmodelica.org)
- <https://www.ebc.eonerc.rwth-aachen.de/cms/E-ON-ERC-EBC/Forschung/OPEN-SOURCE/~modh/AixLib58/>
- <https://simulationresearch.lbl.gov/modelica/>
- <http://www.iea-annex60.org/>