

Abschlussworkshop der Projekte FMI4BIM & ARCHE

BIM-basierte Gebäude- und Anlagensimulation als Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs im Bausektor

Dresden, 26./27. September 2022

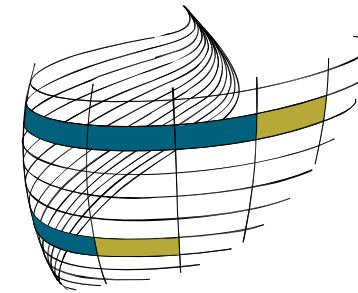
Foliensatz zur Veröffentlichung, redaktionell nachbearbeitet, Stand 7.10.22

Projekt FMI4BIM

Partner & Redner



EA Systems Dresden
the energy of the future



GTD
INNIUS[®]



André Schneider
Elisabeth Eckstädt
Chenzi Huang
Kristin Majetta

René Hoch
Dr. Anne Paepcke

Alexander Hentschel
Martin Leuschke
Torsten Schwan

Dr. Claudia Liersch
Falk Schumann
Danny Borchert

Torsten Blochwitz
Gunter Lantzsch
Uwe Grätz

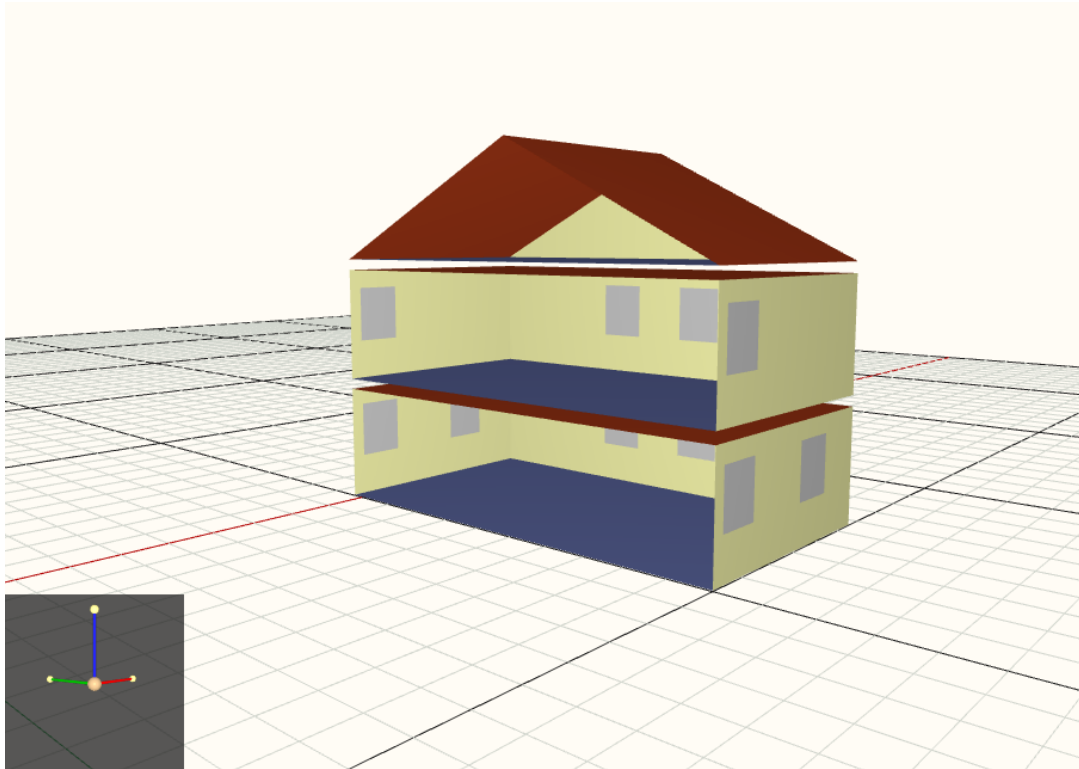
Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

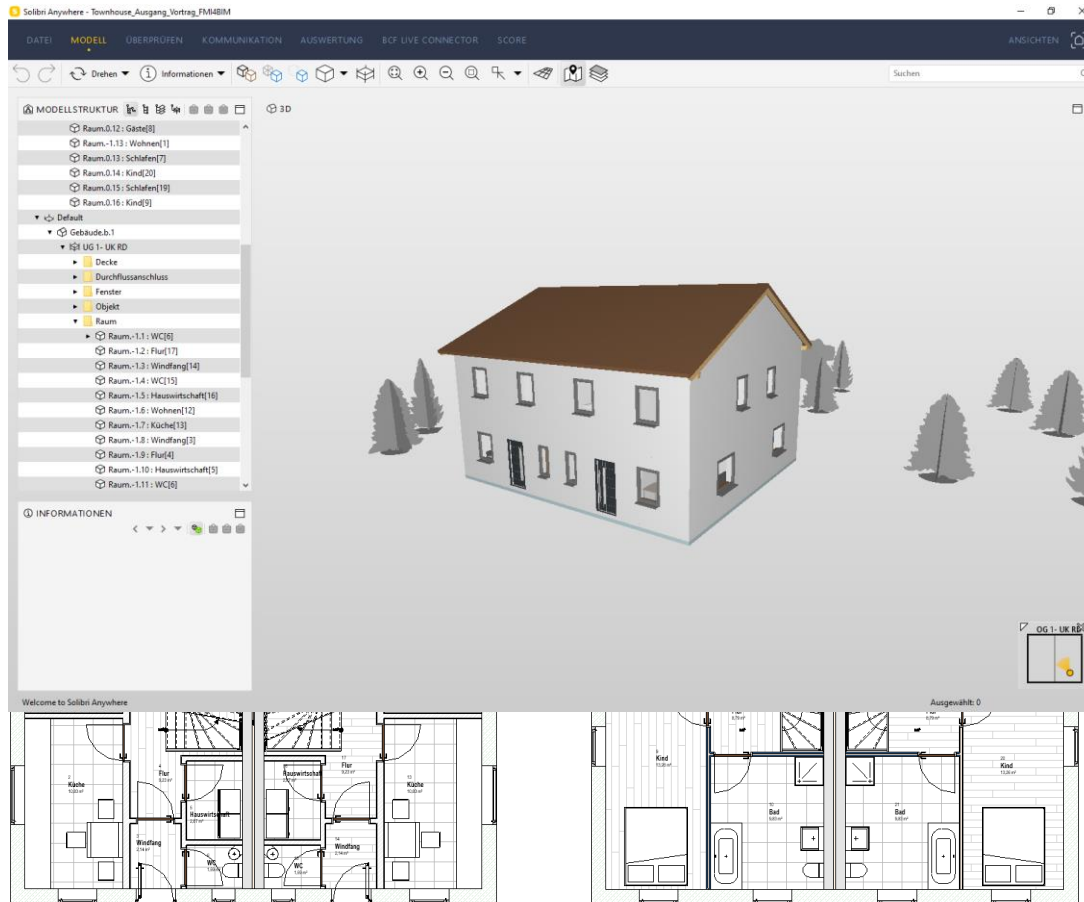
- Townhouse
- Schule
- Bürogebäude

Pilot 1 (Townhouse)



- Testpilot aus Projekt EnTool:CoSim für numerische Untersuchungen
- Passives 3-Zonen-Gebäude (EG, OG, Dachgeschoss, Gesamtfläche ca. 140 m²)
- Kaltdach, beheizte Räume: EG, OG
- Erweiterungen: dimensionierte Fußbodenheizung über die Gesamtfläche von EG und OG
- Anschluss an ein Verteilnetzwerk

Pilot 1 (Townhouse)

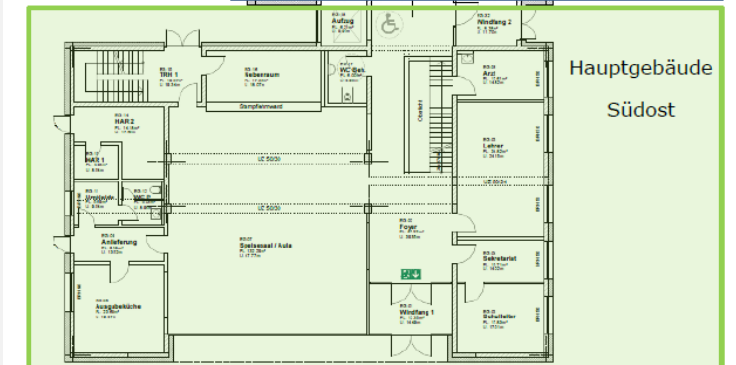
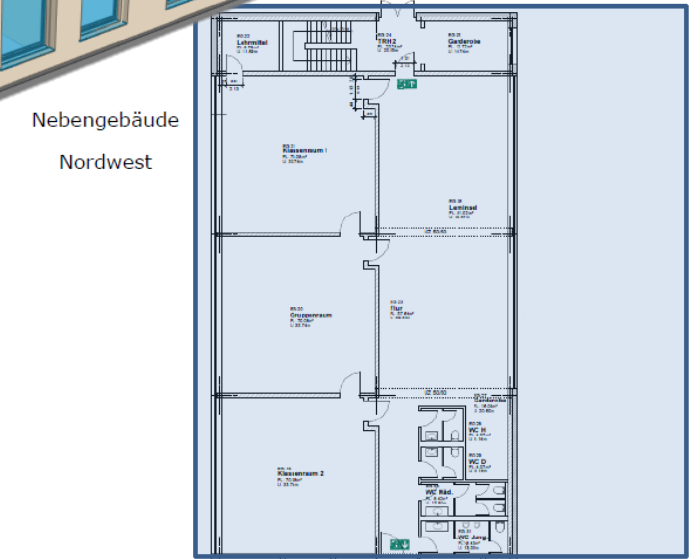
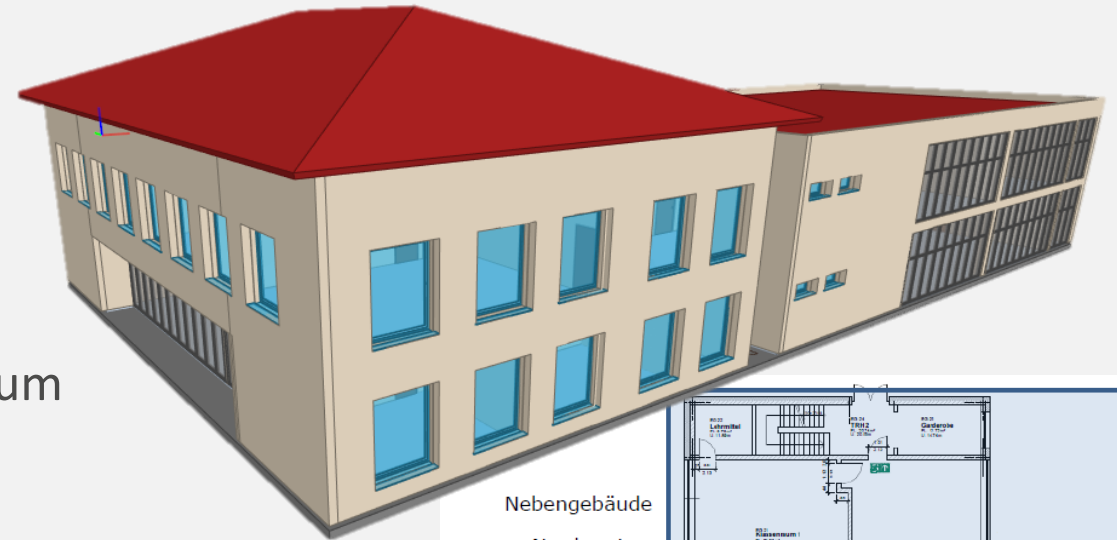


- Testpilot für den FMI4BIM-Workflow
- Aufbereitung als detailliertes Modell (reale Geometrie, Raumnutzung, Umgebung) aus Sicht des Fachplaners Architekt
- Grundlage IFC-Modell aus REVIT 2020
- Weitere Untersuchungen um Prozesskette zu optimieren (Änderungsmanagement, Exportqualität der CAD-Werkzeuge, Anreicherung der Modelle im CAD → Verwendung für Simulation)

Demonstrator Schule

Gebäudestruktur

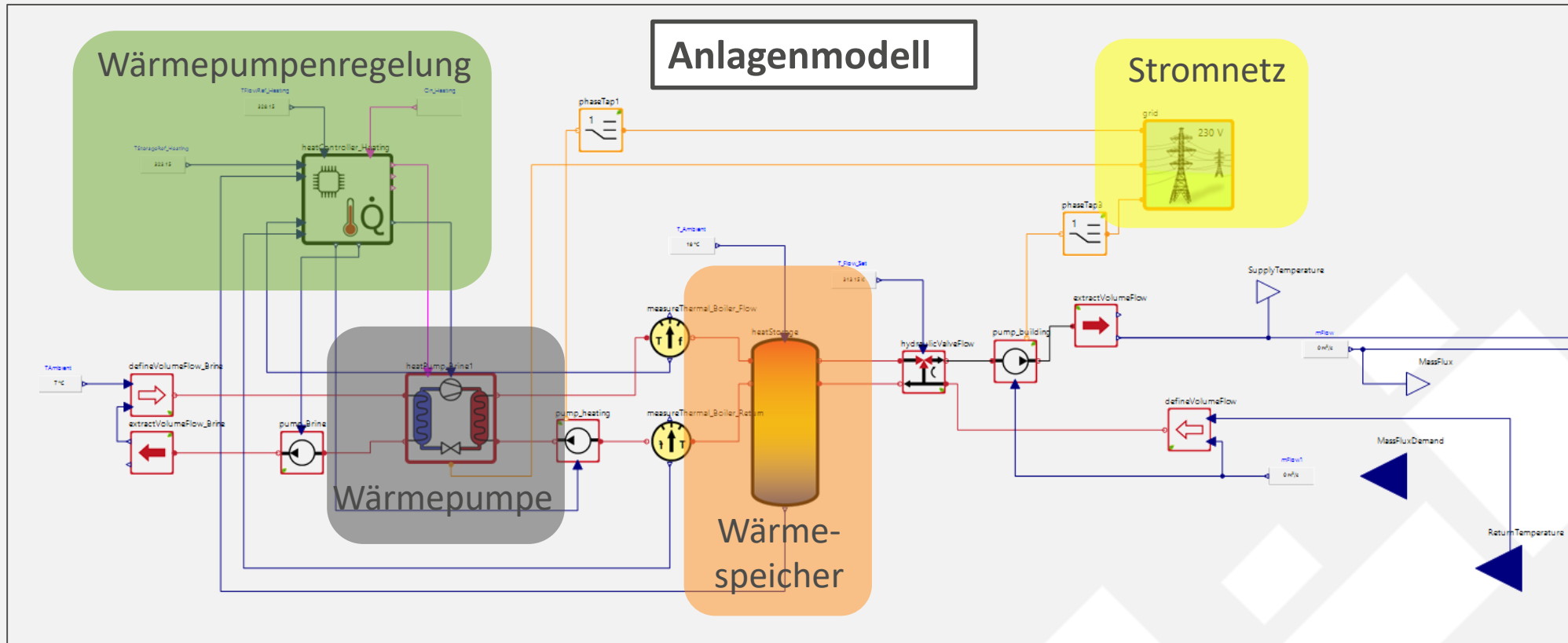
- Schulgebäude mit 2 Geschossen
- Nettogrundfläche 2109 m² (inkl. beheizter Technikraum im Dachbereich)
- Zwei Gebäudeteile:
 - Hauptgebäude mit Speisesaal, Aula, Verwaltung und Fachunterrichtsräumen
 - Nebengebäude mit Klassenräumen und Aufenthaltsflächen für die Pausen
- Gebäude ist nicht unterkellert
- Außenliegende Lamellenverschattung an großen Fensterflächen im Nebengebäude



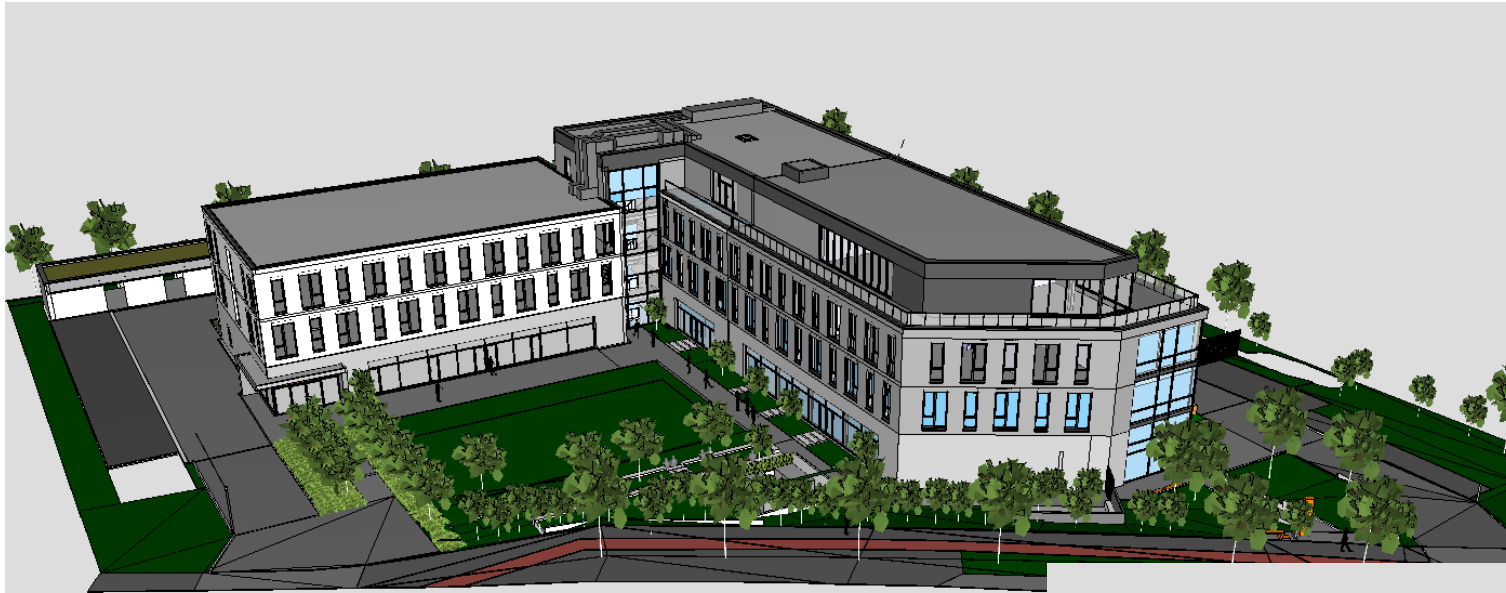
Demonstrator Schule

Anlagentechnik

- Erdsonde mit Wärmepumpe als Wärmequelle
- Wärmeversorgung in den Räumen über FBH



Demonstrator Bürogebäude



NESTLER SYSTEM Ingenieur GmbH

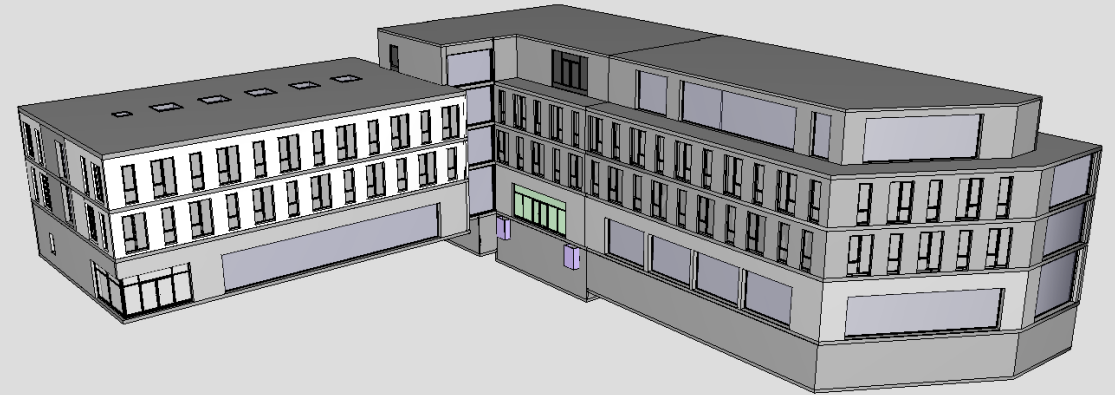
- Gebäude bestehend aus 3 Teilen:
Bestandsbau BA1 (weißes Gebäude)
Anbau BA2 & BA3 (graue Gebäude)
- Insgesamt ca 230 Räume
- Bürogebäude
- Nutzungsprofile in Abstimmung mit Bauherren vorhanden



SimpleBIM
26.09.2022

Demonstrator Bürogebäude – IFC für Simulation

- Vereinfachtes IFC Modell
- Nur Simulationsrelevante Objekte enthalten

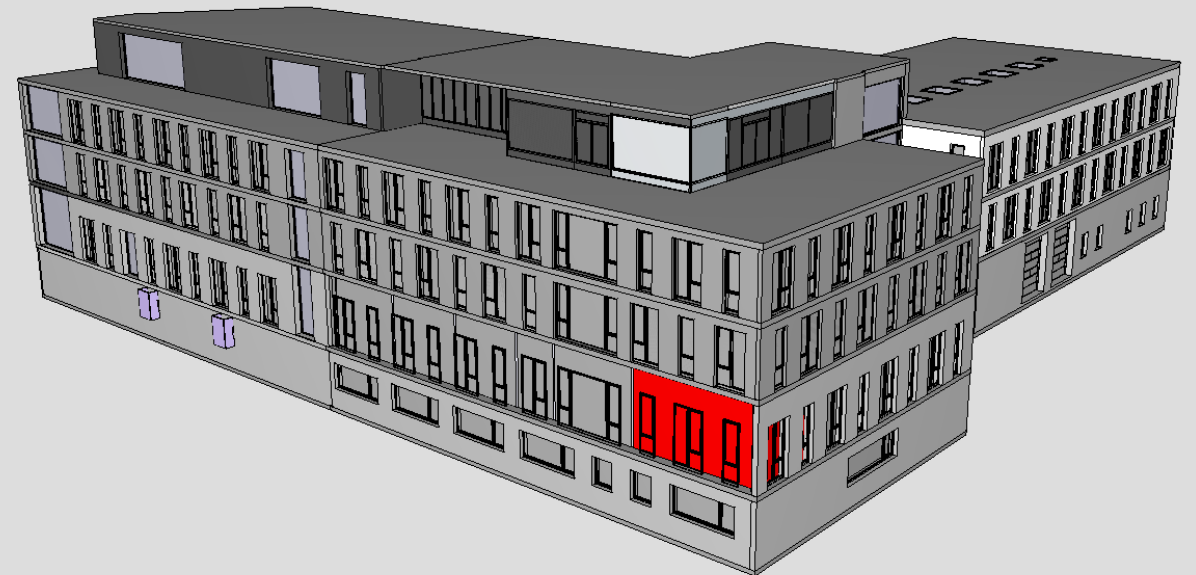


- Anreicherung mit Daten zu Nutzungsprofilen
 - Personenbelegung
 - Gerätelasten
 - Beleuchtung
 - Solltemperaturen Heizung / Kälte
 - Zeitpläne
 - Luftmengen RLT-Anlage

Properties: Space (1 of 235)

Please enter filter Value Type

Property	Value
Decimal Number	
Beleuchtungslast spez	10
Beleuchtungsstärke Wartungswert Em	500
Faktor_DIN277	1
Faktor_Wohnfläche_Raum	1
Heizlast spez (ohne innere Lasten)	<no value>
Kühllast sensibel spez	<no value>
Personen Aktivitätsgrad	1,2
RLT Abluft Volumenstrom	270
RLT Zuluft Volumenstrom	270
Length Measure	
Power Measure	
Temperature Measure	
Temperatur Luft Soll Heizen	20,00C
Temperatur Luft Soll Kühlen	26,00C
Text	
Allright_Bauteil_ID	3100Rau0794570727
Beleuchtung Zeitplan	B_buero_gruppe
Building Storey name	111 - ERDGESCHOSS
Composition type	ELEMENT
Container Name	111 - ERDGESCHOSS
Container Object Class	Building Storey
Description	<no value>
Einheit	m ²
Flächenart_DIN277	N
Geräte Zeitplan	PG_buero_gruppe
Height window sill outside	<no value>
IDA-Name	EG_H2+10+16_0030
IFC-Objektyp	<no value>
Kältenetz Bezeichnung	1822



SimpleBIM

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

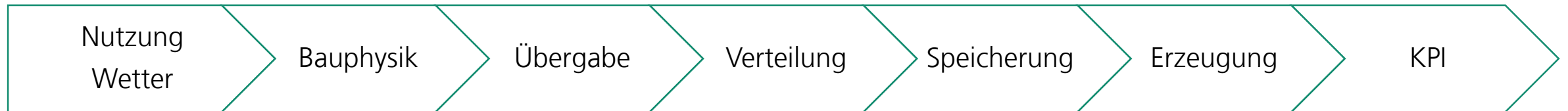
13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

Simulationsszenarien

Herleitung

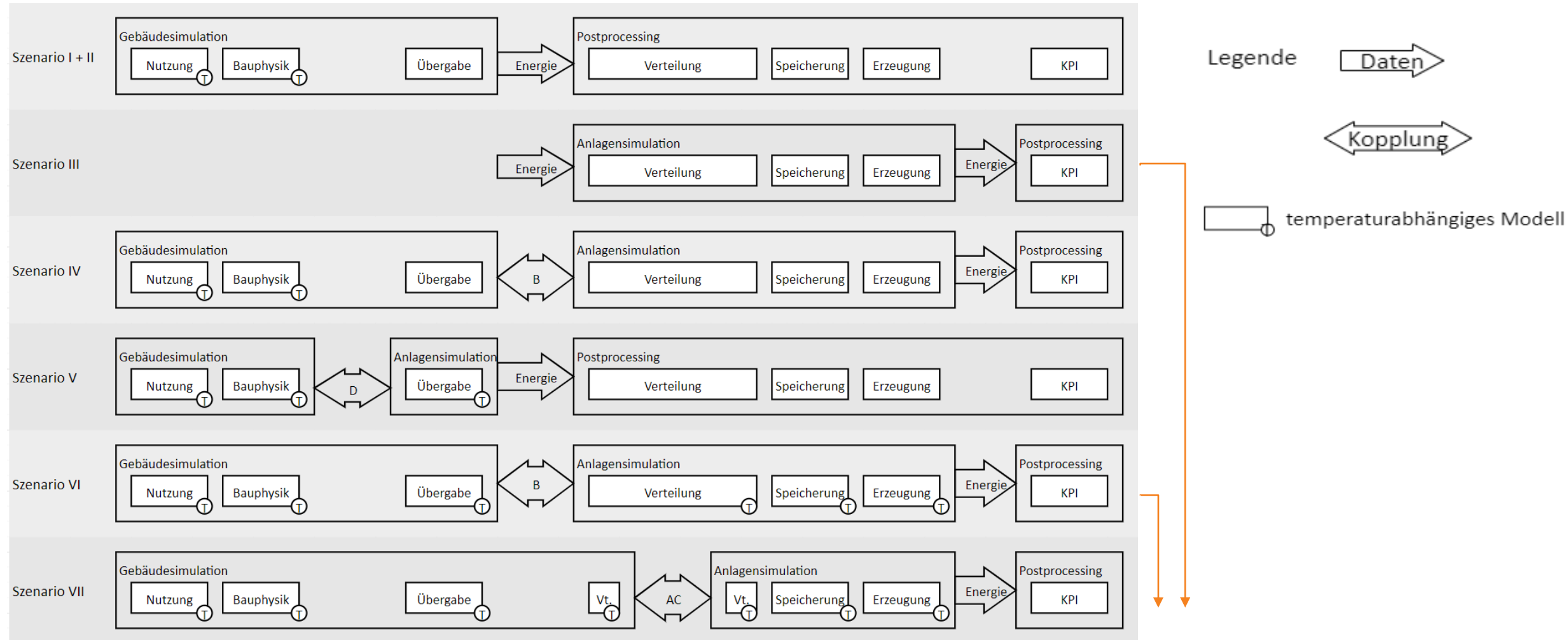
- Zuordnung
- Charakteristik
 - Auszuwertende Kriterien
 - Variable Größen
- Anforderung an die Modelle
 - Umfang
 - Kopplung
 - Inhalt

- I. Architektenentwurf
- II. Gebäude als Verbraucher
- III. Variantenstudie Anlagentechnik
- IV. Leistungsmäßig begrenzte Anlagentechnik
- V. Raumübergabe Detailbetrachtung
- VI. Erzeugungsanlage Detailbetrachtung
- VII. Variantenstudie Anlagentechnik Niedertemperatur



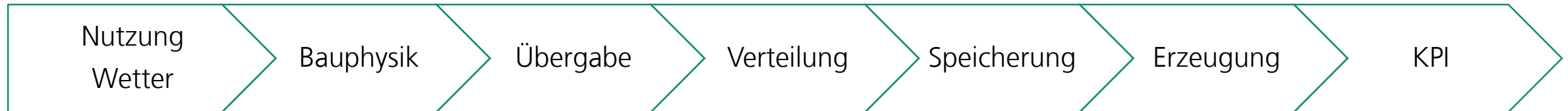
Simulationsszenarien

Zusammenfassung: Modellarten und Koppelstellen



Simulationsszenarien

Szenario VII Variantenstudie Anlagentechnik Niedertemperatur



- Zuordnung: Fachplaner TGA in (Vor)Entwurfsplanung ggf. Ausführungsplanung GA
- Auszuwertende Kriterien
 - Sekundär- und Primärenergiebedarf (oder sonstige KPI)
 - des Gebäudes oder spezieller Anlagenteile (z.B. RLT, TWB)
- Variable Größen
 - Anlagenkonzept (Vordimensionierung, Regelkonzept)
 - Vorlauftemperaturen (konstant/geregelt)
- Anforderung an die Modelle
 - Nutzungsprofile Raumweise mit Zeitplänen nach DIN V 18599
 - Speichereffekte der Bauteile, Strahlungsdurchgang durch transparente Bauteile, keine Infiltration
 - Übergabe luft- und wasserseitig temperaturabhängig
 - Speicher & Erzeugung: Wirkungsgrad temperaturabhängig

Luft-Wasser-Wärmepumpe oder BHKW?

Fußbodenheizung oder Heizkörper?

Nutzung eines separaten Erzeugers für die TWE?

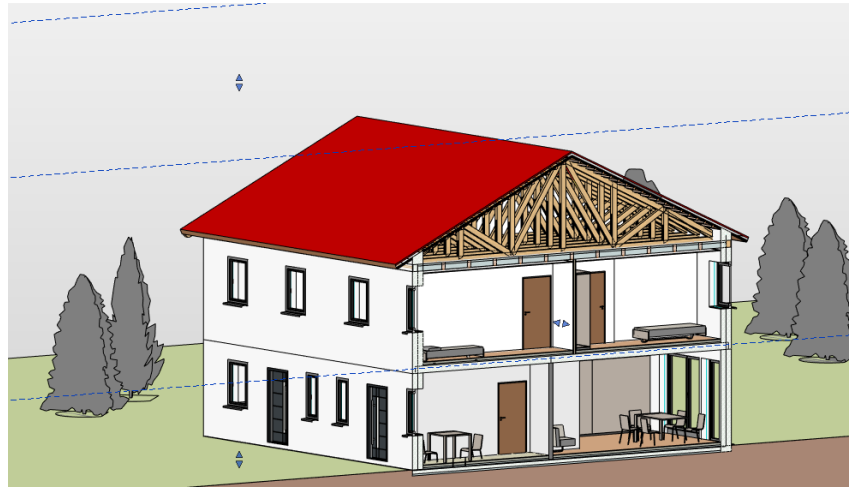
Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Geometrie
 - Space Boundaries
 - Änderungsmanagement
- Parameter

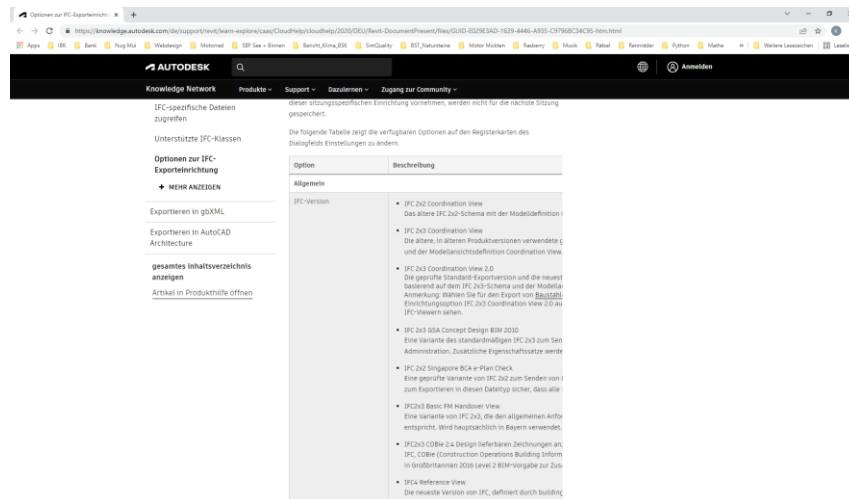
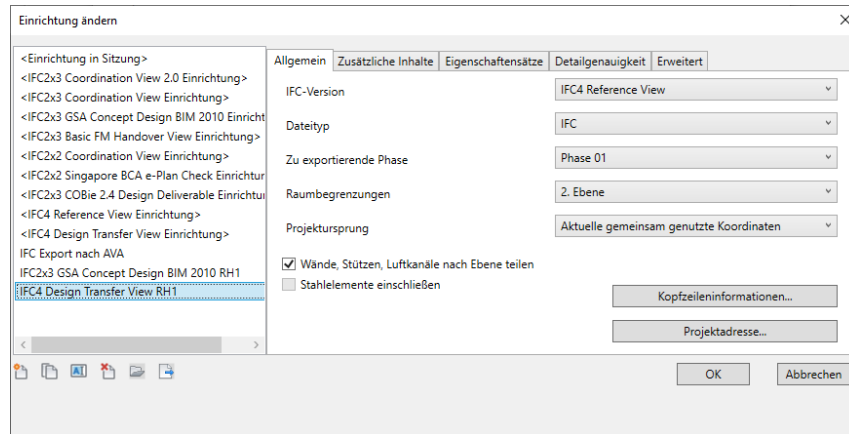
Anforderungen an IFC-Modelle Pilot 1 (Townhouse)



- Modellierung des Piloten in Revit 2020
- Abbildung aller Räume
- Fokus auf Problemstellungen im späteren Datentransfer
- Verwendung generischer Materialien bis hin zu Materialien inklusive Materialkennwerten

<Raumliste>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Volumen	Schlüssel Raum	Nummer	Name	Kommentare	Lichte Höhe	IFCUID	Fläche	Raumschlüssel Nutzart DIN 277	Belegung	Kategorie
66,82 m³	135	1	Wohnen	WE1_Wohnen	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0q7	27,40 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
26,40 m³	88	2	Küche	WE1_Küche	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0q2	10,83 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
5,22 m³	131	3	Windfang	WE1_Windfang	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0q1	2,14 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
22,61 m³	40	4	Flur	WE1_Flur_EG	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qC	9,23 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
7,00 m³	53	5	Hauswirtschaft	WE1_HAR	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qB	2,87 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
3,88 m³	124	6	WC	WE1_WC	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0q3	1,59 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
32,54 m³	91	7	Schlafen	WE1_Schlafen	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qg	13,35 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
24,24 m³	50	8	Gäste	WE1_Gäste	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qH	9,94 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
32,33 m³	59	9	Kind	WE1_Kind_1	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qL	13,26 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
23,97 m³	10	10	Bad	WE1_Bad	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qG	9,83 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
21,43 m³	40	11	Flur	WE1_Flur_OG	2,438 m	2A6IQRF595c0f09_rz0qV	8,79 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	Wohnraum
66,82 m³	135	12	Wohnen	WE2_Wohnen	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvOv	27,40 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
26,40 m³	88	13	Küche	WE2_Küche	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvR6	10,83 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
5,22 m³	131	14	Windfang	WE2_Windfang	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvR3	2,14 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
3,88 m³	124	15	WC	WE2_WC	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvR0	1,59 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
7,00 m³	53	16	Hauswirtschaft	WE2_HAR	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRD	2,87 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
22,61 m³	40	17	Flur	WE2_Flur_EG	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRA	9,23 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
32,54 m³	91	18	Schlafen	WE2_Schlafen	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRH	13,35 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
32,33 m³	59	20	Kind	WE2_Kind_1	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRU	13,26 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
23,97 m³	10	21	Bad	WE2_Bad	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRR	9,83 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
21,43 m³	40	22	Flur	WE2_Flur_OG	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRO	8,79 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)
68,72 m³	1	23	Abstellraum	WE1_Dach	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRY	38,87 m²	4 Lagern, Verteilen und Verkaufen	NF	Lager
69,26 m³	1	24	Abstellraum	WE2_Dach	2,438 m	2Qa808Wb4qAB2vPE2zvRk	38,97 m²	4 Lagern, Verteilen und Verkaufen	NF	(Keine)
24,24 m³	50	34	Gäste	WE2_Gäste	2,438 m	0f652u1z58rwalN2B5y3G	9,94 m²	1 Wohnen und Aufenthalt	NF	(Keine)

Anforderungen an IFC-Modelle Pilot 1 (Townhouse)



Während der Bearbeitung wurden die Profile

- IFC2x3 GSA Concept Design 2010 Einrichtung
- IFC4 Design Transfer View

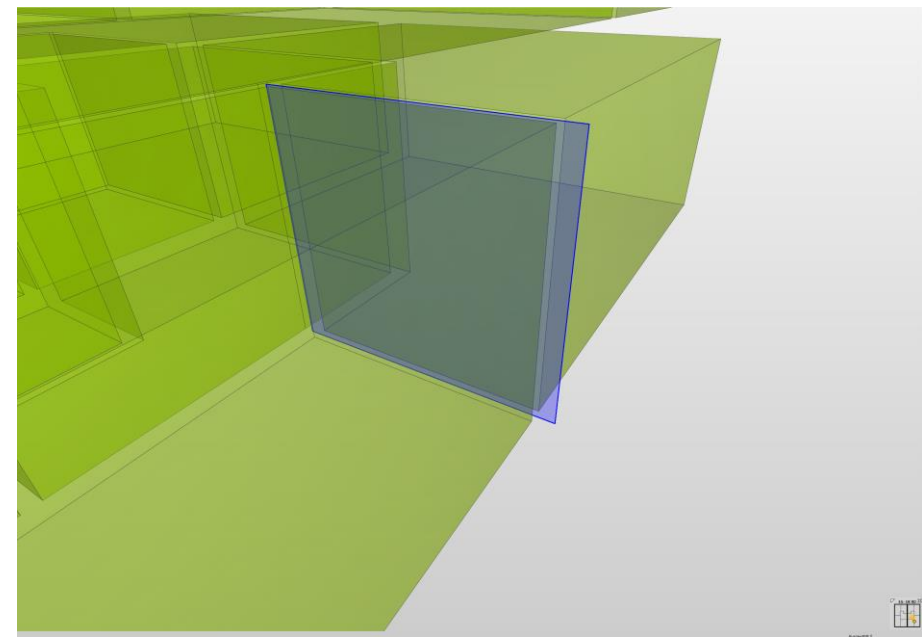
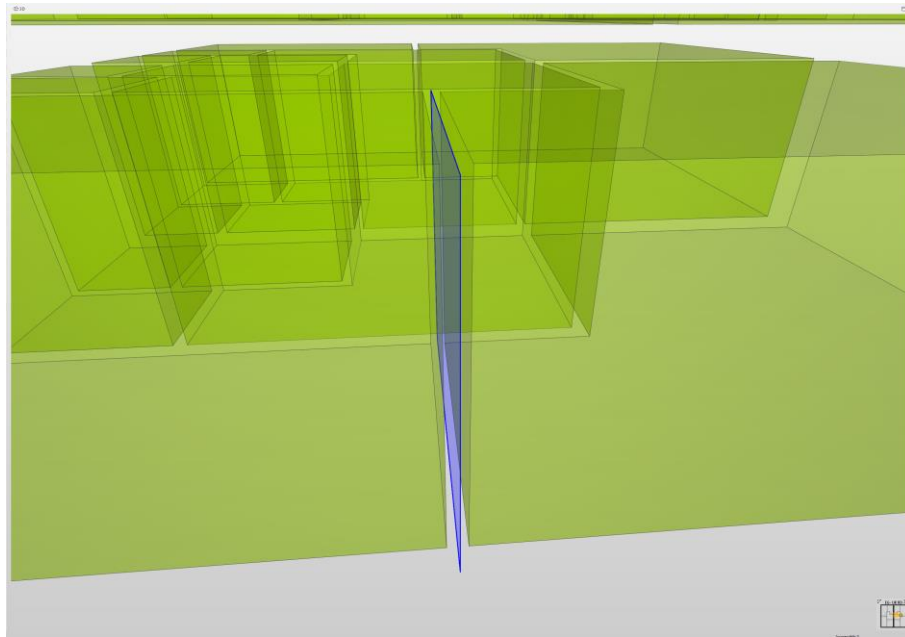
getestet und anschließend adaptiert.

Die zahlreichen Settings des Exporters sind erst nach Recherche in unterschiedlichen Foren durchschaubar geworden.

Dennoch blieben nach mehreren Testläufen die Ergebnisse unzureichend.

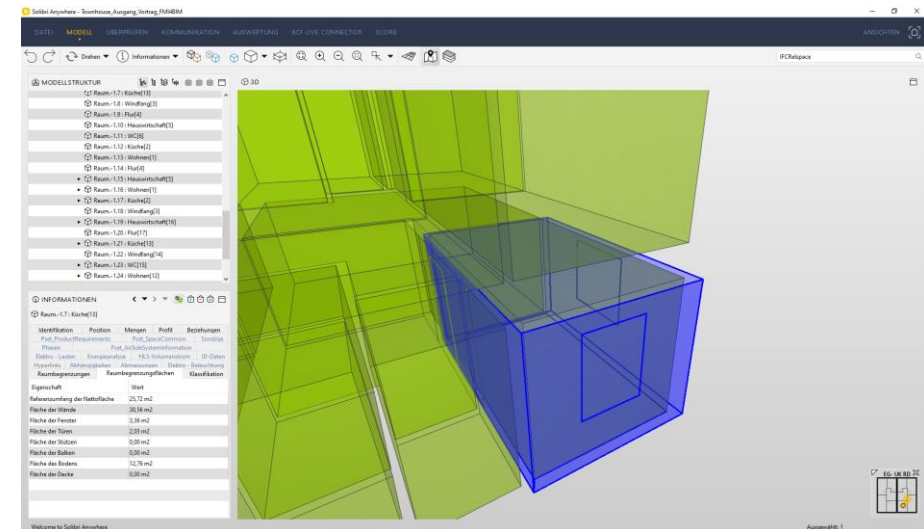
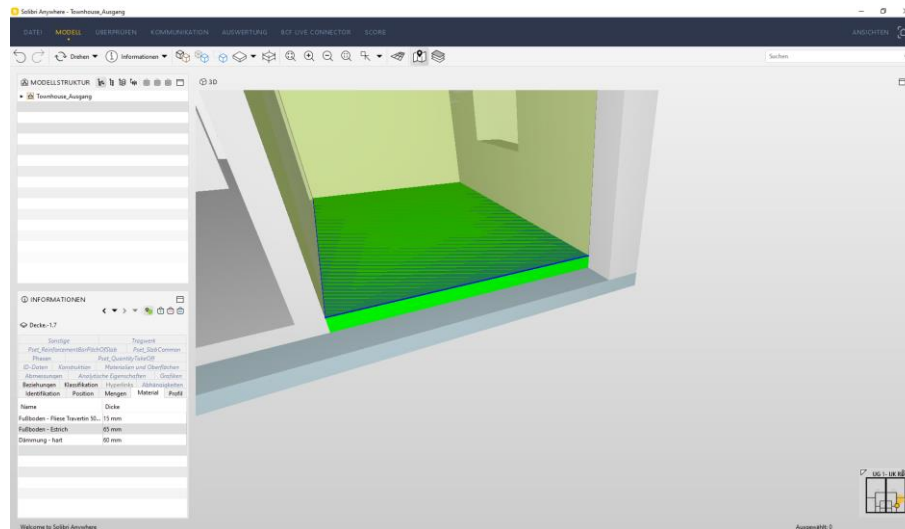
Anforderungen an IFC-Modelle - Fehlerhafte Space Boundaries

- Die erzeugten Raumbegrenzungen befinden sich nicht auf den Wand-, Fußboden oder Deckenoberflächen, sondern werden in die Mitte der Konstruktionen platziert.
- Des Weiteren fehlten IFCRelSpaceBoundary 2b (3rd-Level) in den exportierten Dateien.



Anforderungen an IFC-Modelle - Fehlerhafte Space Boundaries

- Die Modellierung des Demonstrators erfolgte nach dem Prinzip, „wir modellieren, wie wir bauen“. In der ersten Phase entstand der Rohbau, anschließend die Fertigfußböden und abgehangene Decken. Die exportierten SB wiesen somit nur einen Teil der Konstruktion(en) auf.
- Teilweise erdreichberührte Elemente wiesen lediglich ein SB auf, die Randbedingungen für die thermische Gebäudesimulation unterscheiden sich jedoch für diese Bereiche.



Änderungsmanagement und Nachverfolgung

- Änderung von Architekt:innen wirken sich meistens auf alle weiteren Beteiligten Fachplaner:innen aus
- Komplexe und wechselseitige Auswirkungen bei Änderungen im Planungsprozess, verhindern eine voll automatisierten Prozess
- Somit erhöht sich die Relevanz eines Änderungsmanagements
- Erste Analysen des Änderungsmanagement im CAD-System nach Adaption des Modells
- 7 Anwendungsfälle erstellt und auf Änderungen untersucht

Änderungsmanagement und Nachverfolgung



- Raumobjekt wird geändert: „Änderung im engeren Sinne“ (ÄieS)
- Objekt wird entfernt und ersetzt: „Änderung durch Ersatz“ (ÄErs)
- Wann welche Möglichkeit angewendet wird, hängt davon ab, was der fachliche Grund der Änderung ist und hat wesentliche Auswirkungen auf den nachfolgenden Prozess.



Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Geometrie
 - Space Boundaries
 - Änderungsmanagement
- **Parameter**

Anforderungen an IFC-Modelle - Parameter

Vorgehen

- Sammlung von notwendigen Parametern
- Klassifizierung
- Abprüfen im IFC-Schema
- Ergänzungsvorschlag an buildingSMART

Parametersammlung

Ca. 70 Parameter für die Gebäudesimulation notwendig

IfcEntität (Klasse)							Parameter						
I	II	III	IV	Va	Vb	VI	Gruppe	Bezeichnung	Parametergruppe 1	Parametergruppe 2	Parametergruppe 3	Nr	Bezeichnung
x	x	x	x	x	x	x	Bauteil	IfcWindow				30	Glasanteil
x	x	x	x	x	x	x	Bauteil	IfcWindow				31	g-Wert
				x	x		Bauteil	IfcShadingDevice				32	Verschattungsfaktor ges Trans (Abs+Refl+Trans=1)
				x	x		Bauteil	IfcShadingDevice				33	Verschattungsfaktor sichtbar Trans (Abs+Refl+Trans=1)
							Bauteil	IfcShadingDevice				34	Abminderungsfaktor Verschattung in Abhängigkeit vom S
				x	x		Bauteil	IfcShadingDevice				35	U-Wert
		x	x	x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Licht	39	Regelung Beleuchtung
x							Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Heizen	40	Modus Heizen
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Heizen	41	Regelung Raumheizung
x							Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Kühlen	42	Modus Kühlen
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Kühlen	43	Regelung Raumkühlung
x							Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	44	Modus Lüften
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	45	Regelung Raumlüftung
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	46	Luftwechsel mechanisch
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	47	Lüftungsart
x	x	x	x	x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	48	Luftwechsel frei
				x	x	x	Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Anlagentechnik	Lüften	49	Zeitplan Lüftung
	x						Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Sollwerte	Heizen/Kühlen	50	Temperatur-Sollwert
	x						Spatial	IfcSpace	Konditionierung	Sollwerte	Kühlen	51	Temperaturobergrenze

Anforderungen an IFC-Modelle - Parameter

Klassifizierung

- a) Anforderungen/Requirements (=Anforderungen die vom Bauherrn kommen z.B. Solltemperaturen)
- b) Randbedingungen/Constraints (=Umstände unter denen die Anforderungen zu erfüllen sind z.B. innere Lasten und U-Werte)
- c) Annahmen/Assumptions (=vom Fachingenieur)

Anforderungen an IFC-Modelle - Parameter

Match mit IFC

- Grundsätzliche Möglichkeiten Simulations“parameter“ in IFC abzubilden
 - Attribute
 - Properties in vordefinierten PropertySets (die schon im IFC-Standard enthalten sind)
 - Properties in von uns definierten PropertySets
- Bei Zuordnung beachten
 - Keine Vermischung der Parameterklassen in einem PSet
 - Parameter wechseln zwischen den Szenarien das LOD – ein PSet pro Szenario oder lieber inhaltliche Gruppierung

Anforderungen an IFC-Modelle - Parameter

Zuordnungsvorschlag

- 5 Ifc-Attribute
- 39 vordefinierte Properties im IFC-Standard gibt
- 10 neu vorgeschlagene Properties
- 18 von Link auf eine externe Datenablage (IfcExternalReference) - für
 - datenintensiven Sachen (Wetterdatensatz, Zeitpläne)
 - Informationen zur Regelung, die man auch nicht mit 40 Zeichen eindeutig beschreiben kann.

Eckstädt, Bekboliev, Elven, Agron: „PropertySets of IfcSpace“ buildingSMART Forum

Workflow – Anforderungen an IFC-Modelle

Zusammenfassung

- Grundsätzlich: Modelle vom Architekten sind nicht für die Simulation gemacht
- Geometrie
 - IFCspace notwendig
 - Raumübergreifende Bauteile wird es immer geben → SpaceBoundaries wären hilfreich
 - Ausblick: An Zonierung können unterschiedliche Anforderungen bestehen
- Parameter
 - Parametersätze im IFC-Schema lückenhaft und Duplikatbehaftet
 - Projektspezifische Anforderungen Abstimmen
 - Aufbereitung der Eingangsparameter als erstes Zwischenergebnis/Mehrwert der Simulation
 - Viele Parameter sind allgemein für „die Simulation“ nötig, Manche sind Toolspezifisch

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

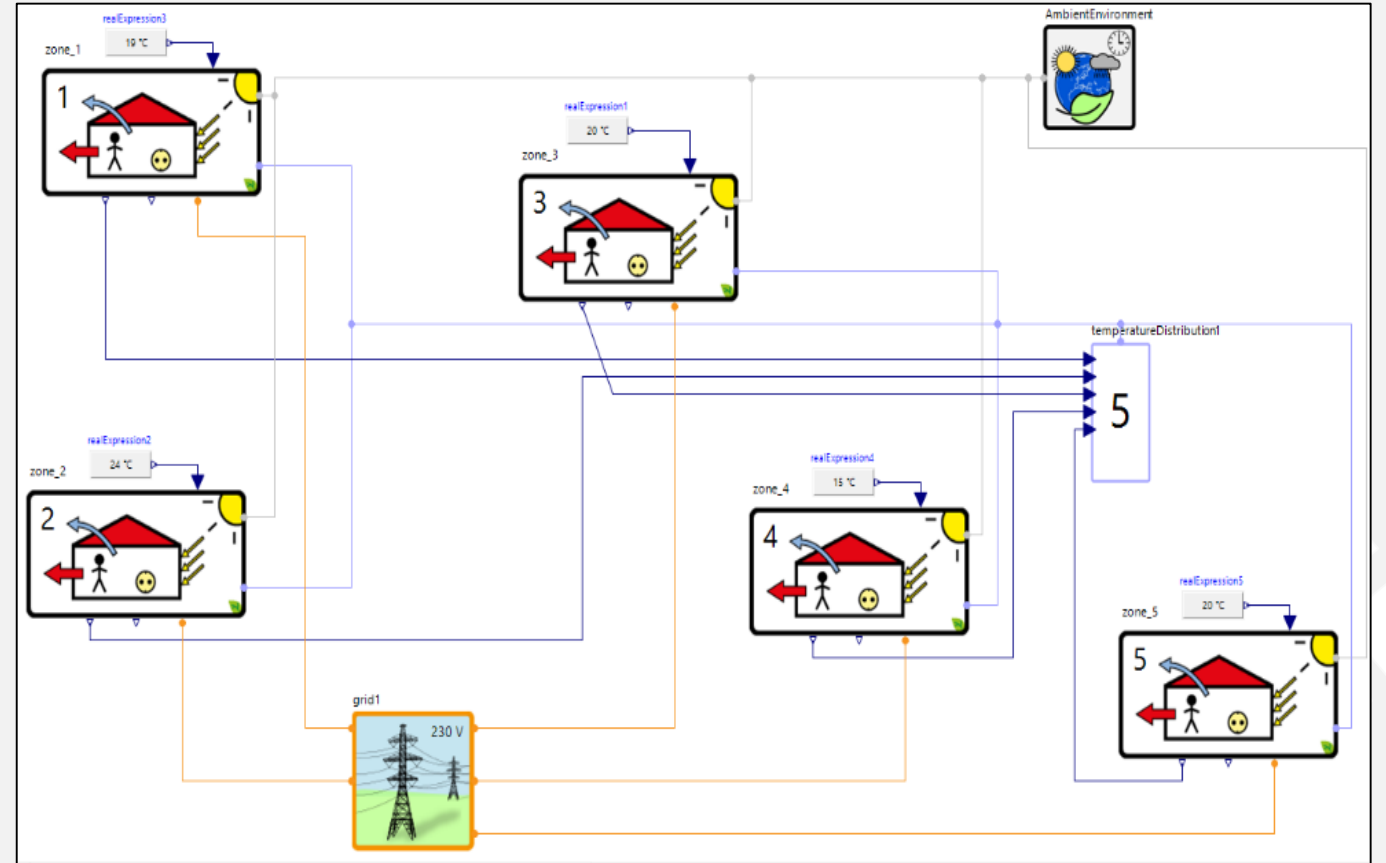
Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- IFC2GC
- BIM-HVAC-Tool/SIM-VICUS
- AX3000
- IFC2Modelica
- Anlagentechnik

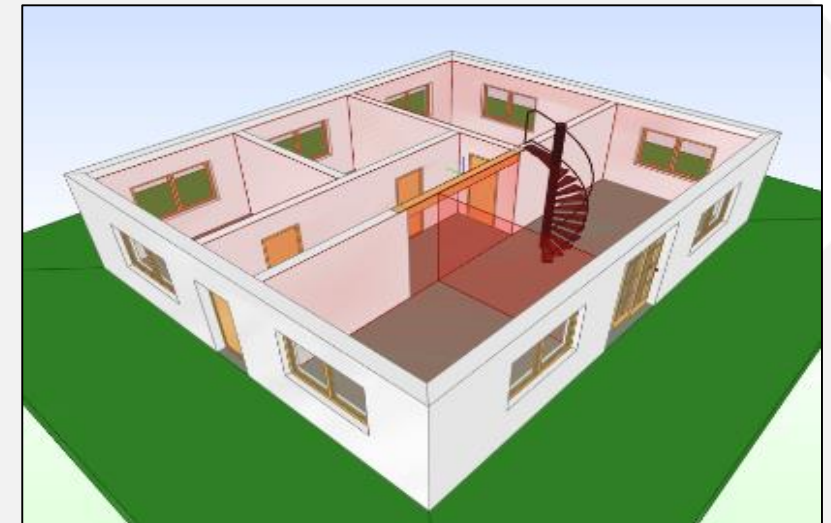
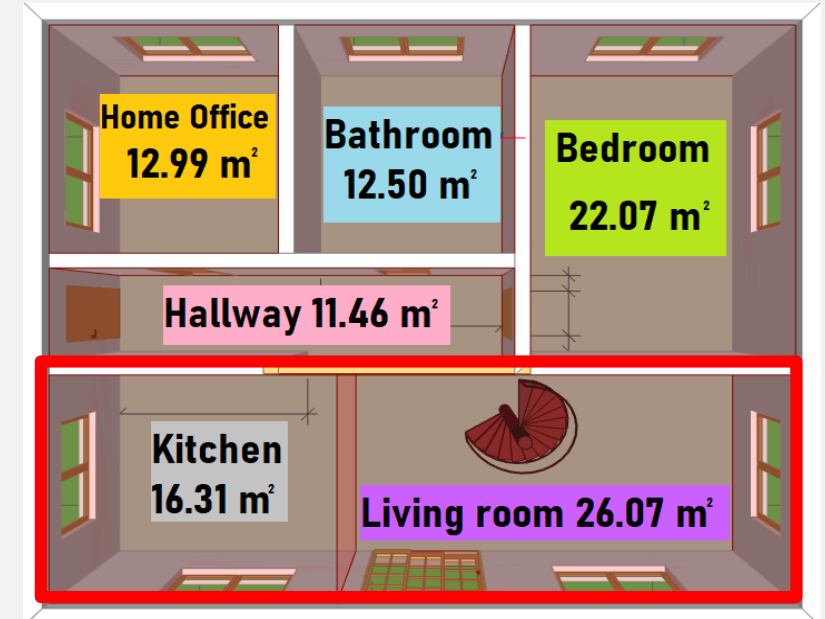
Gebäudemodell in SimulationX

- Abbildung einzelner Zonen
 - Wärmeübertragende Schicht für die einzelnen Kontaktflächen werden parametrisiert
 - Definition Nutzung
- Umgebungsdaten werden über separaten Block bereitgestellt
- Zonen habe thermische und elektrische Lasten



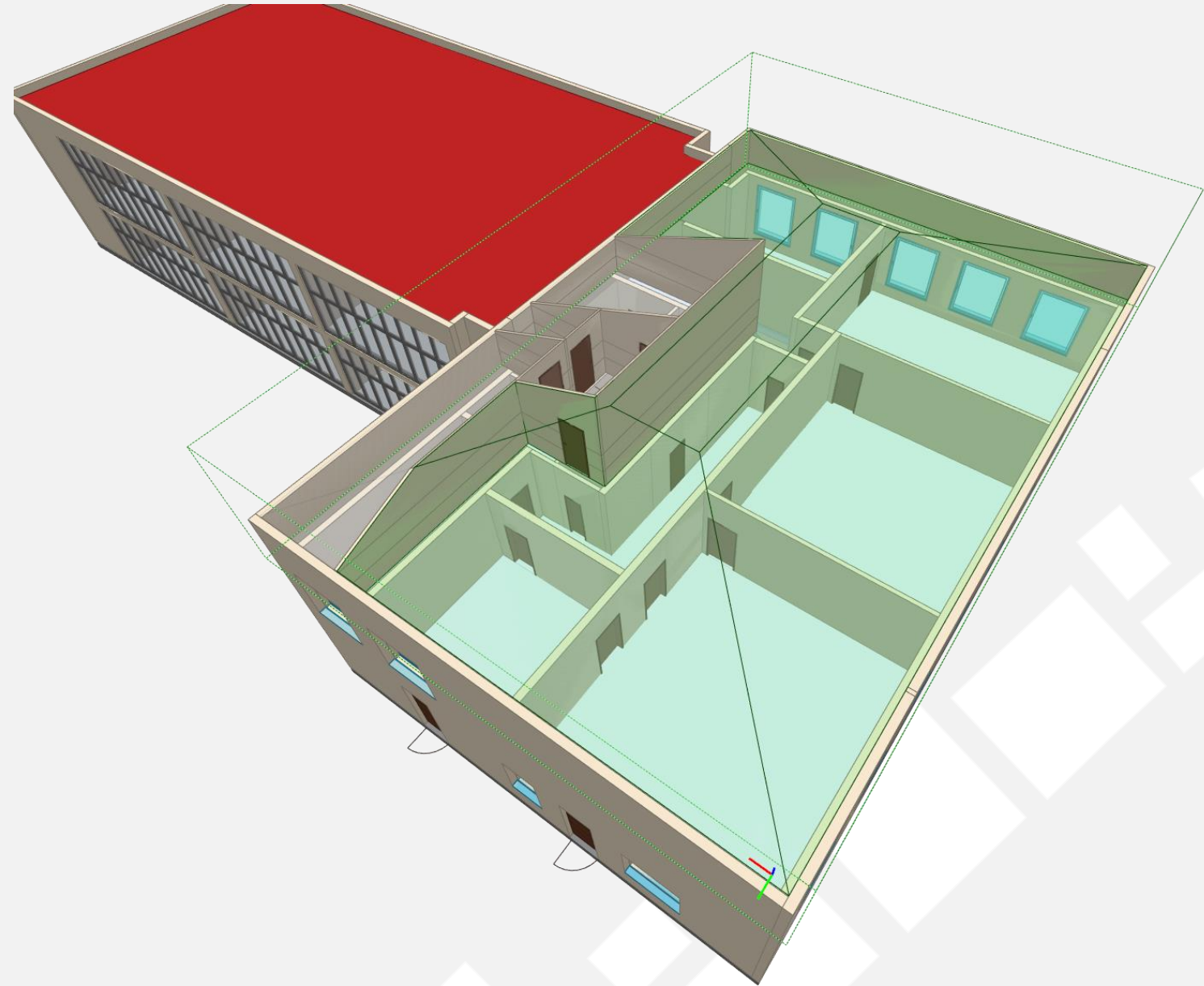
Beispiel Wohnhaus

- Problem mit virtuellen Wänden
 - Wohnküche wird im Modell als zwei Zonen mit unterschiedlicher Nutzung repräsentiert
 - IFC2GC-Tool erkennt den Raum aber als eine Zone an (nur physische Wände als Grenzen erkannt)
- Workaround
 - Beide Zonen im Simulationsmodell nachmodellieren
 - Eigenschaften, insbesondere Raumnutzung, zusammenfassen für den gesamten Raum



Beispiel Schule

- Kontaktflächen reichen nicht aus
 - Beispiel dafür ist die Zone für das Dach
 - Es grenzen viele Zonen aus dem darunterliegenden Geschoss an → nicht darstellbar in GreenCity
- Workaround ist die darunterliegenden Räume zusammenzufassen → Reduktion der Zonen



Identifizierte Probleme

- Wärmeübertragende Flächen sollen Innenwandfläche + Hälfte der angrenzenden Wände sein, aber in IFC nur Innenfläche direkt bekannt
- U-Werte nicht immer vorhanden → Ergänzung aus Materialdatenbank
- Winkel der Wände nicht korrekt erkannt (nur in 90°-Schritten)
- Anzahl Kontaktflächen auf 9 Zonen begrenzt
- Zonen, welche durch virtuelle Wände getrennt sind, werden nicht erkannt und müssen nachträglich ergänzt werden
- Parametervergleich schwierig bei großer Anzahl von Gebäudezonen

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

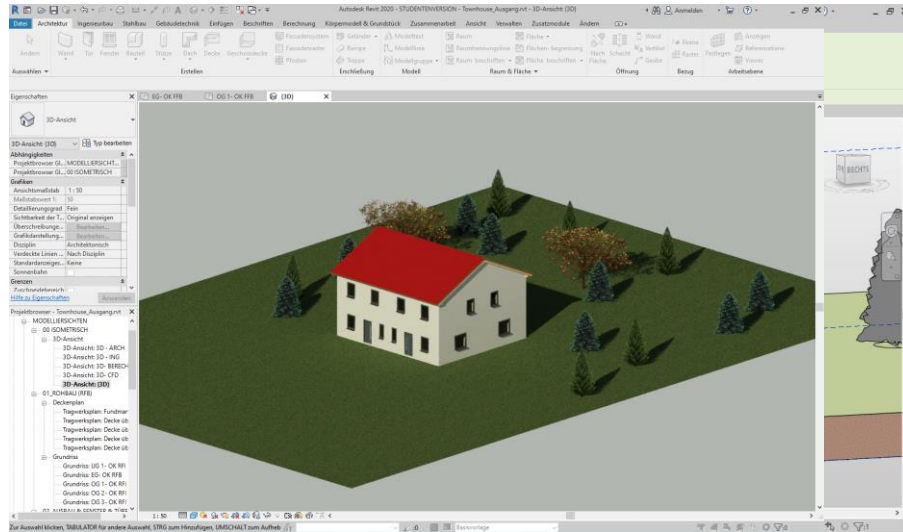
13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- IFC2GC
- **BIM-HVAC-Tool/SIM-VICUS**
- AX3000
- IFC2Modelica
- Anlagentechnik

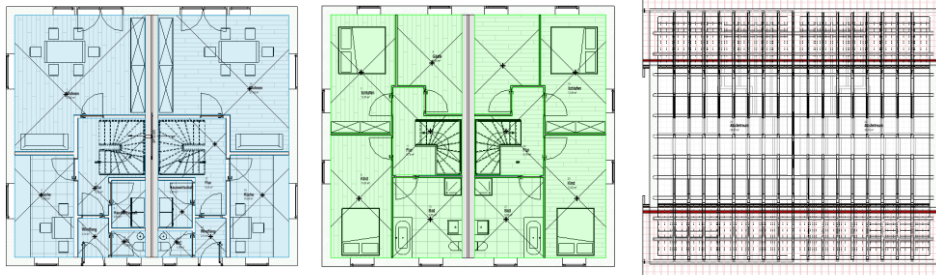
„Toolchain zur Erstellung von Modellen für die thermische Gebäudesimulation“



REVIT 2020 – Modellierung und Erstellung Gebäude-IFC

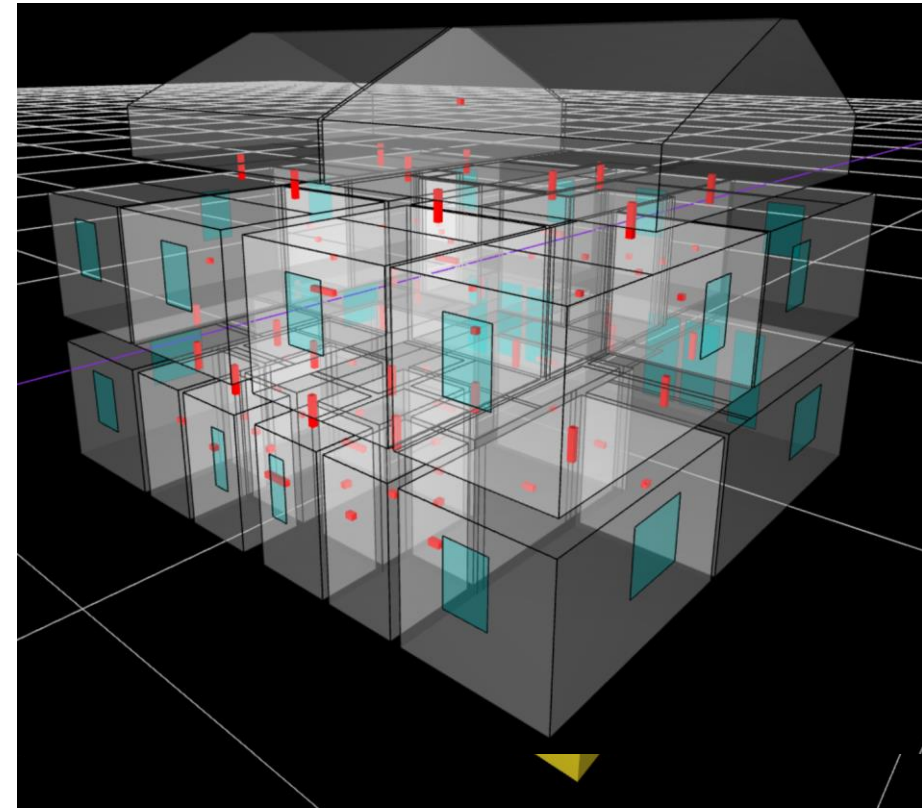


- Detailliertes Gebäudemodell über den Anforderungen an ein Architekturmodell hinaus
- Rohbau und unterschiedliche Fußbodenaufbauten in den Räumen
- Mehrschichtige Konstruktionsaufbauten mit und ohne Materialparameter
- Erstellung der Räume und MEP-Räume
- Export als IFC 2x3 und IFC 4, inkl. Raumbegrenzungsflächen Level 2



BIMHVACTool 2020 – Schnittalgorithmus und Verknüpfung

- Import von IFC 2x3 und weiteren Austauschformaten für 3D-Gebäudemodellen
- BIMHVACTool besitzt einen Algorithmus zum (teil)automatisierten Clipping der Rauminnenflächen
- Anschließend erfolgt die Verknüpfung der wärmeübertragenden Bauteile



SIM-VICUS - Parametrisierung

The screenshot displays the SIM-VICUS software interface. On the left, a 'Komponentenliste' (Component List) window shows a table of building components with columns for ID, Name, and Type. Below it is a tree view of the model structure. In the center, a 3D model of a townhouse is shown on a grid. To the right, a 'Komponente' (Component) window displays a list of selected components and their properties, such as 'Heat conduction' and 'Constant, heat transfer coefficient = 6.8 W/m2K'. Another window shows a detailed view of a component's parameters and boundary conditions.

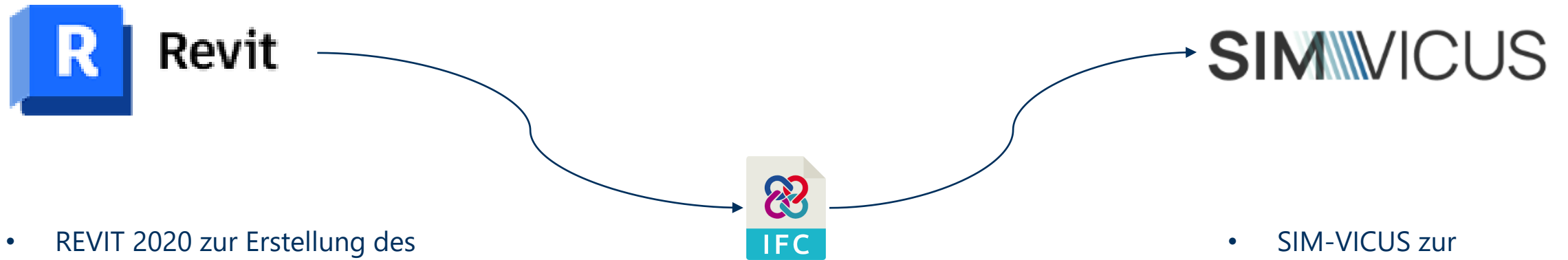
- SIM-VICUS ist eine grafische Nutzungsoberfläche, entwickelt am BK
- Parametrisierung des Simulationsmodelles → Gebäude-FMU (NANDRAD)
- Manuelle Nachbearbeitung des Modelles notwendig

„Toolchain zur Erstellung von Modellen für die thermische Gebäudesimulation“ – Identifizierte Probleme



- IFC-Spaces notwendig
- Doppelte IFC-Spaces in IFC bei Erstellung der Räume und MEP-Räume in Revit
- Raumbegrenzungen der IFC-Spaces OK-FFB oder OK-RFB, Abgehangene Decken
- Parameter aus Revit werden bisher nicht übernommen → Datenbankelemente verwenden oder neue hinzufügen

Ausblick Q1 2023: neue „Toolchain zur Erstellung von Modellen für die thermische Gebäudesimulation“



- REVIT 2020 zur Erstellung des Architekturmodells
- Datenanreicherung bauphysikalischer Materialparameter und Raumnutzung
- Analysen für weiteren Datentransfer

- SIM-VICUS zur Parametrisierung des NANDRAD-Datenmodells
- Export der Gebäude-FMU

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- IFC2GC
- BIM-HVAC-Tool/SIM-VICUS
- **AX3000**
- IFC2Modelica
- Anlagentechnik

Internes Fachteilprojekt bei Innius GTD im Rahmen FMI4BIM

Analyse und Entwicklung eines Workflows für eine direkte IFC-Modellankopplung an Energie-Simulationsprogramme

Inhalt des Fachprojektes:

- BIM-basierte Planung: gegenwärtig häufig hoher zusätzlicher Aufwand um Architekturmodelle für thermische Gebäudesimulation verwenden zu können
- Ziel: technische Problemstellungen im Gesamtprozess analysieren und bewerten am Beispiel:
 - Übergabe geometrisches Modell
 - Zugehörige bauphysikalische Werte
- Vorschlag für notwendige Arbeitsschritte der Prozessgestaltung

Bearbeitungszeitraum: Okt 2021 – März 2022

Bearbeiter: Danny Borchert, Dr. Claudia Liersch, Falk Schumann



Architektur IFC-Modell

vs.

Simulationsmodell IDA ICE



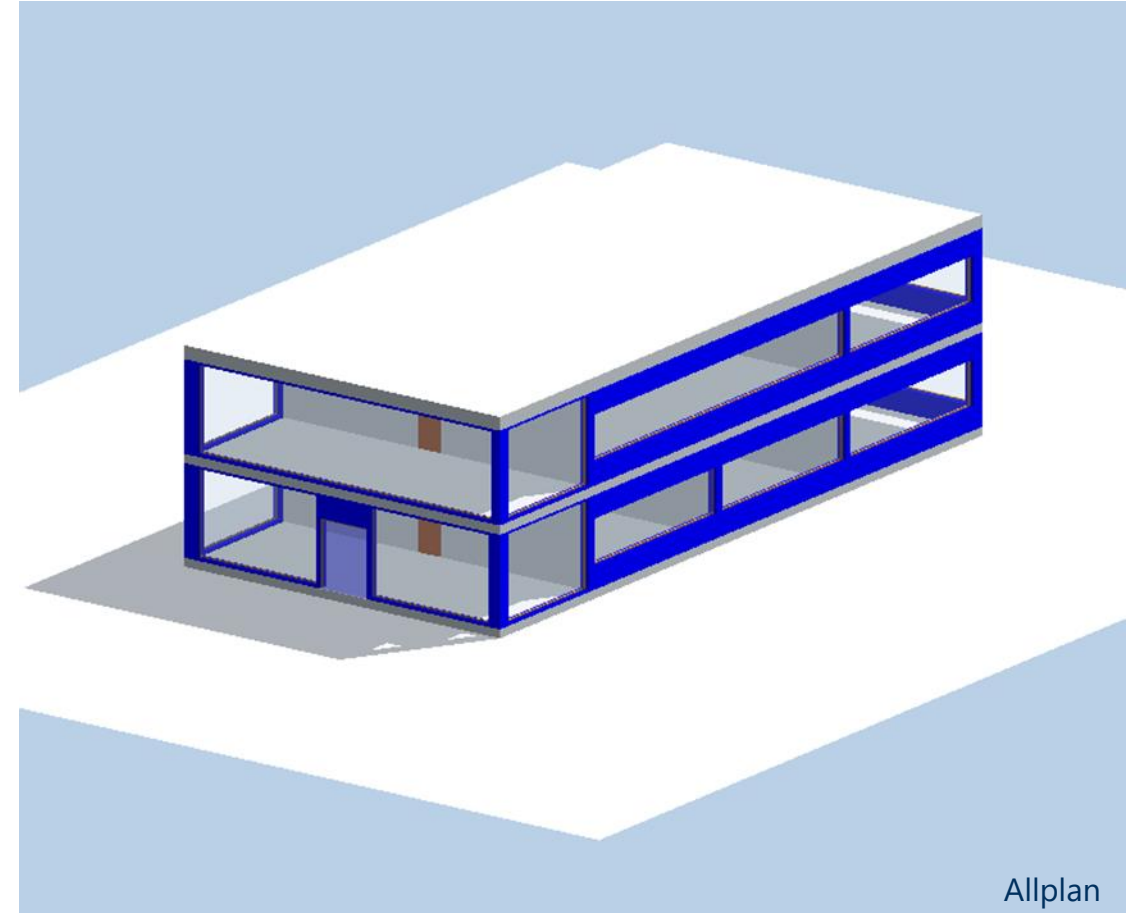
Allplan-Plugin AX3000 – Zweistöckiges Bürogebäude

Geometrie

- Maße Räume
- Maße Wände & Decken
- Maße Fenster & Türen

Bauphysik

- Konstruktionen & Materialien
- Schichtdicken
- thermodynamische Eigenschaften / Stoffwerte (U-Wert, λ , c, ρ)



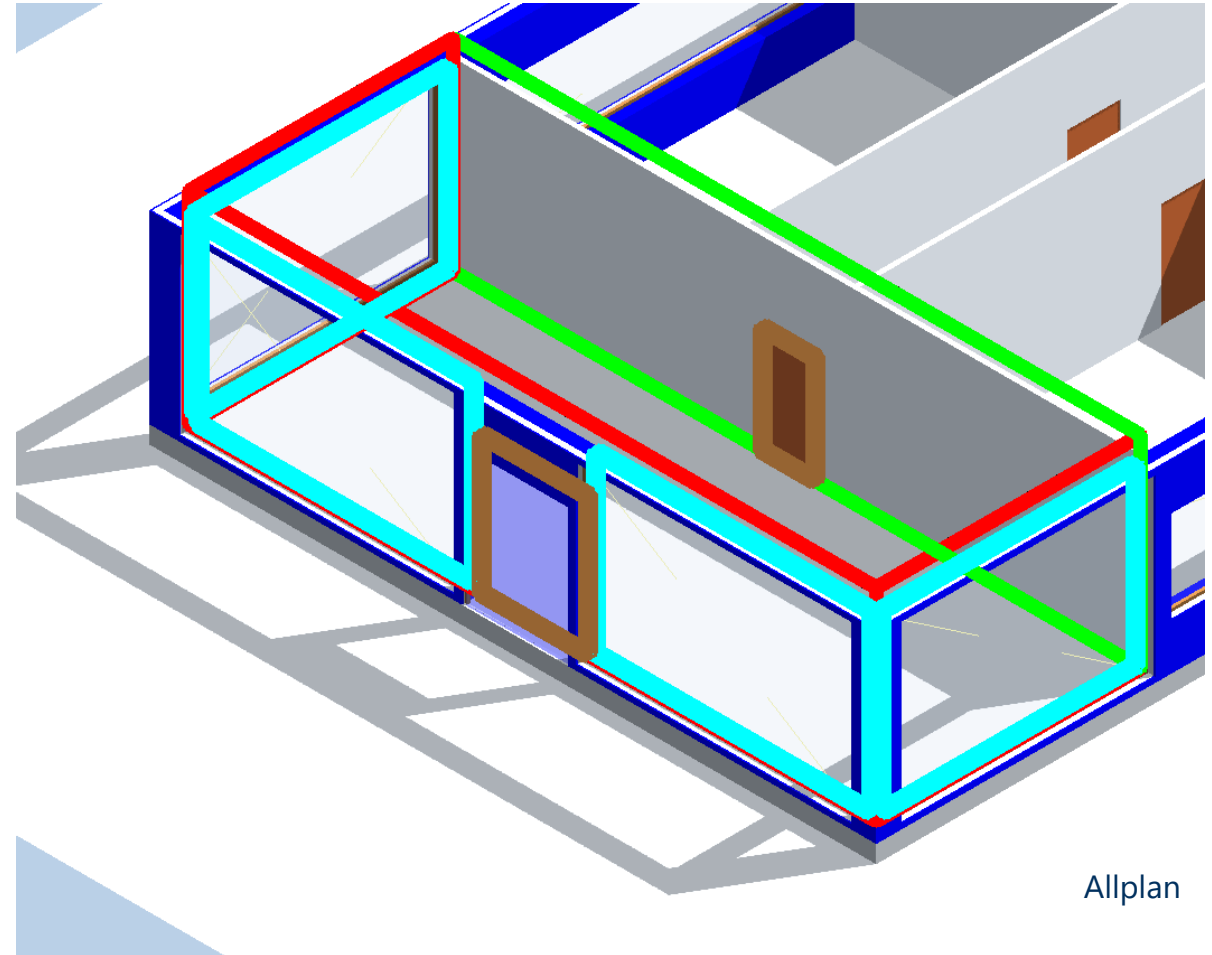
Allplan-Plugin AX3000 - Geometrieimport

Geometrie

- Maße Räume ✓
- Maße Wände & Decken ✓
- Maße Fenster & Türen ✓

Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Räumen:

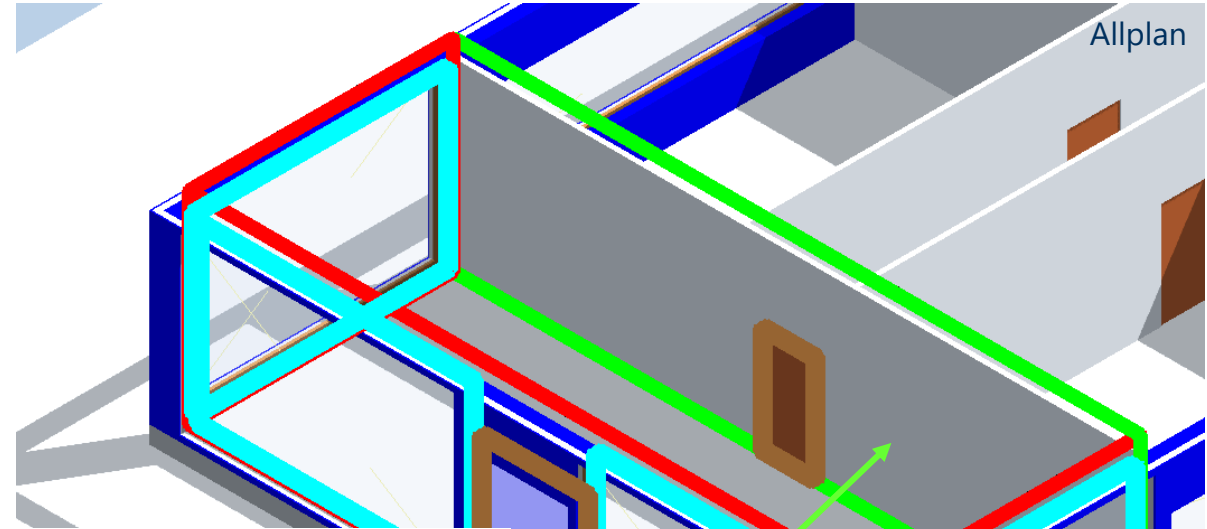
- Wichtig für Wärmetransport zwischen Räumen
→ Auffallend hier:
grüne Wand grenzt an 3 Räume



Allplan-Plugin AX3000 - Geometrieimport

Geometrie

- Maße Räume ✓
- Maße Wände & Decken ✓
- Maße Fenster & Türen ✓
- Nachbarschaftsbeziehungen ✗



	Orient.	Typ	Neigung	Bauteile		e.g.u.b	Faktor 12831	Temp.	Temp. u	Raum	Anz.	Breite [m]	Höhe/L [m]	Fläche [m²]	U W/m²K
	FB	FB	0	Geschoßdecke	...	b	0.000	19.0				13.0000	5.0000	65.0000	0.34
	DE	DE	0	Geschoßdecke	...	b	0.000	19.0				13.0000	5.0000	65.0000	0.34
	W											13.0000	3.8200	49.6600	0.23
	W										1	5.2000	3.3000	17.16	1.01
	W										1	5.2000	3.3000	17.16	1.01
	W										1	2.0100	2.6000	5.23	2.00
	S	AW	90	AW_380_BDK	...	e	1.000	-12.3				5.0000	3.8200	19.1000	0.23
	S	AF	90	Fenster_04	...		1.000				1	4.8000	3.3000	15.84	1.02
	O	IW	90	IW_100_RLR	...	b	0.000	21.0		00.07_7		13.0000	3.8200	49.6600	1.82
	O	IT	90	Tür_01	...		0.000				1	1.0100	2.0100	2.03	2.00
	N	AW	90	AW_380_BDK	...	e	1.000	-12.3				5.0000	3.8200	19.1000	0.23
	N	AF	90	Fenster_04	...		1.000				1	4.8000	3.3000	15.84	1.02

Decken/Böden:
Keinerlei Beziehungen erkannt!

Nur 1 Nachbarraum wird erkannt!
Es müssten 3 und 2 Stirnflächen der Innenwände sein...

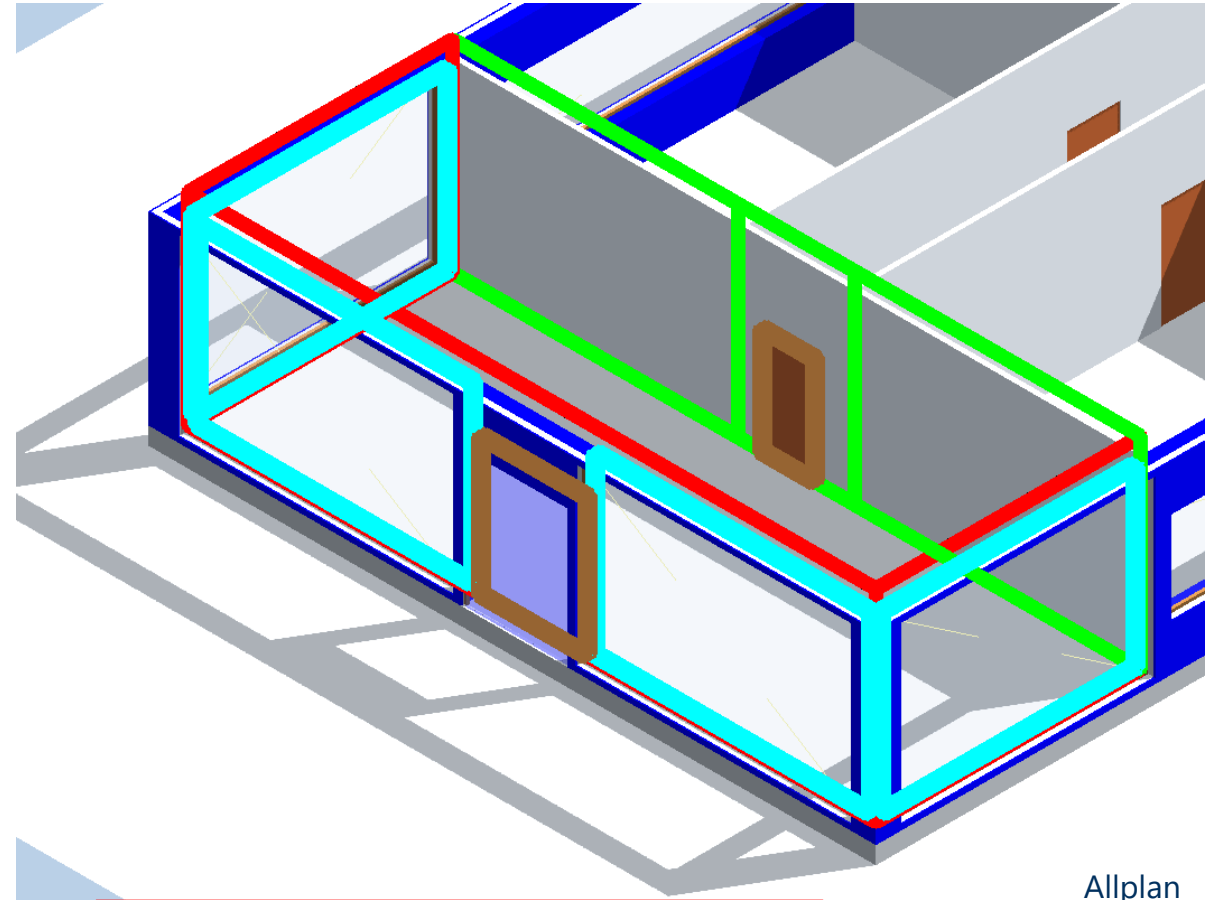
Allplan-Plugin AX3000 – Import bauphysikalischer Größen

Geometrie

- Maße Räume ✓
- Maße Wände & Decken ✗
- Maße Fenster & Türen ✓

Bauphysik

- Konstruktionen & Materialien ✗
- Schichtdicken ✗
- thermodynamische Eigenschaften / Stoffwerte (U-Wert, λ , c, ρ) ✗



Qualität des Imports
bauphysikalischer Größen an IFC-
Import in Allplan gebunden
→ Keine Materialien vorgesehen

Unzureichende Wiedergabe der
Nachbarschaftsbeziehungen
zwischen den Räumen macht Tool
nicht zuverlässig einsetzbar!

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- IFC2GC
- BIM-HVAC-Tool/SIM-VICUS
- AX3000
- **IFC2Modelica**
- Anlagentechnik

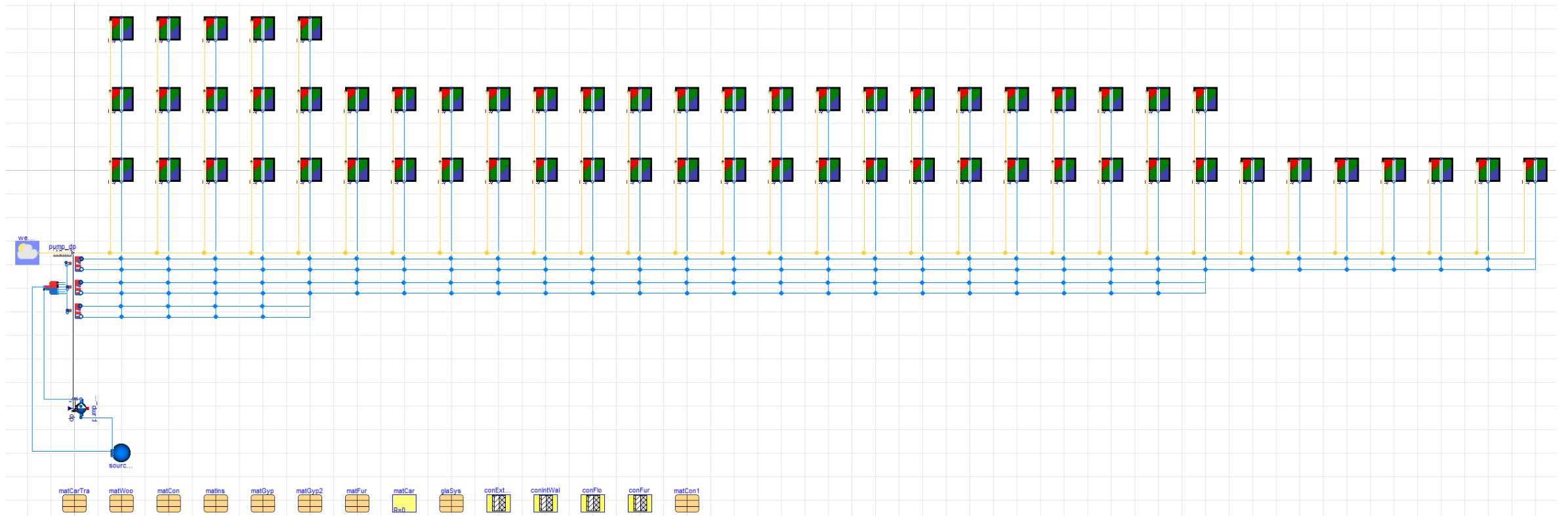
IFC2Modelica

Grundlagen

- Python-Skript liest IFC (ifcOpenShell)
- Räume
 - Korrektes Volumen
 - Stark vereinfachte Geometrie
- Hydraulik
 - vereinfachte Annahme: ein Knoten pro Etage, von dort sternförmig
- Erzeuger: idealer Boiler

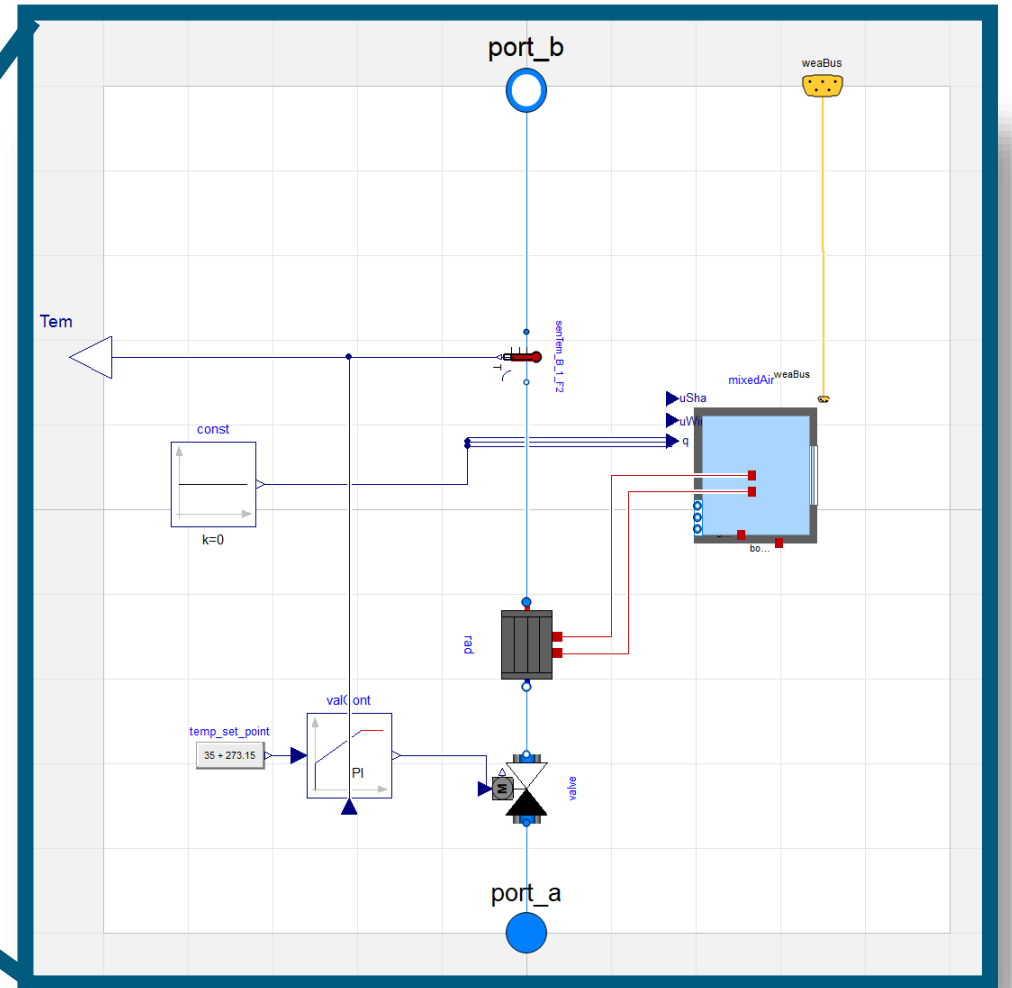
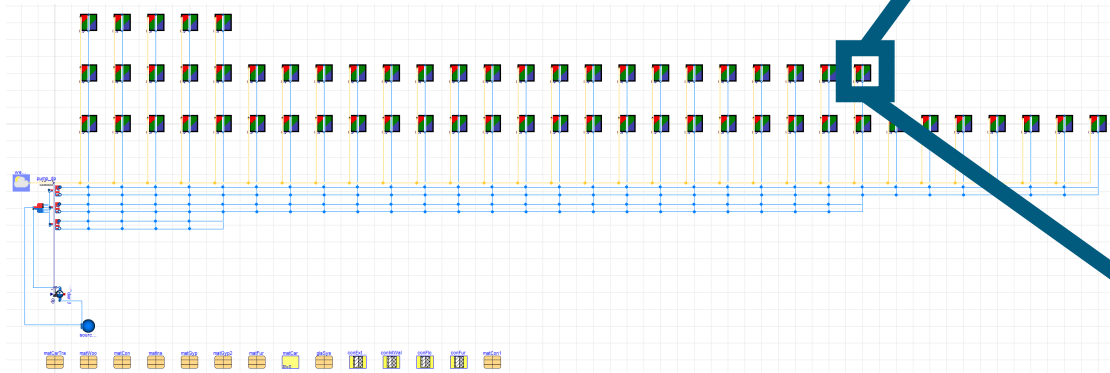
IFC2Modelica

Schulmodell in Dymola



IFC2Modelica

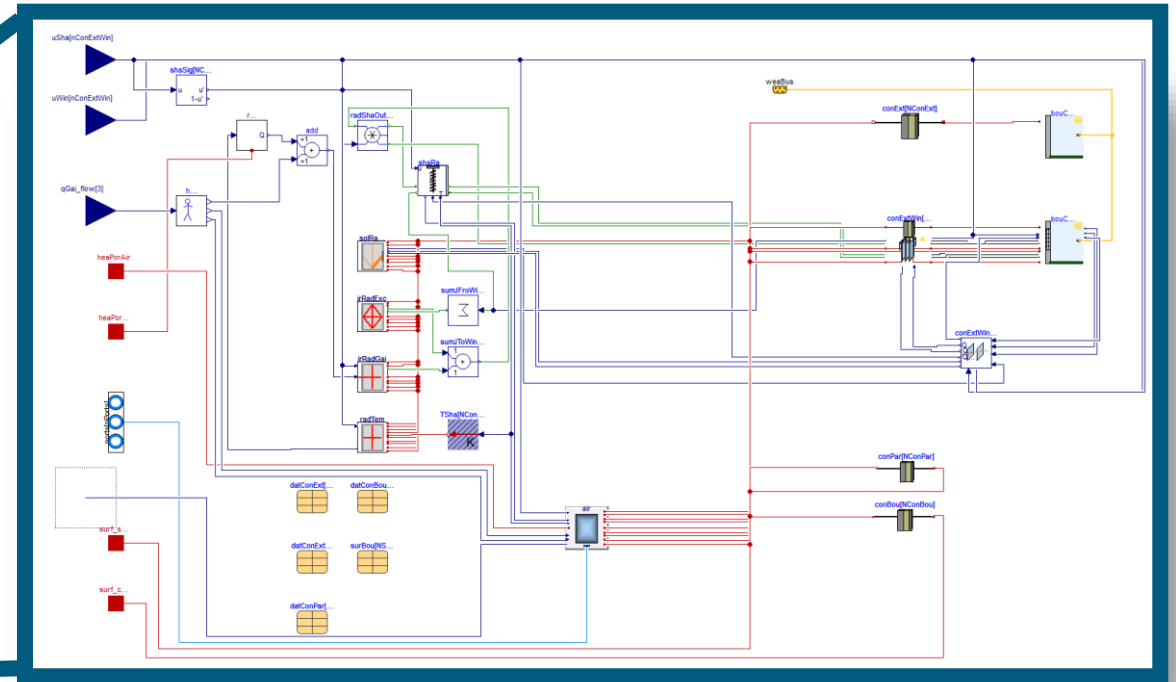
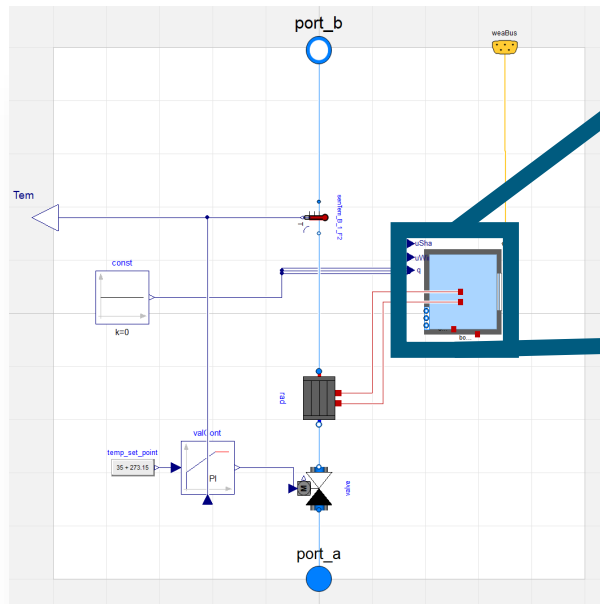
Raumknoten in Variante 1



IFC2Modelica

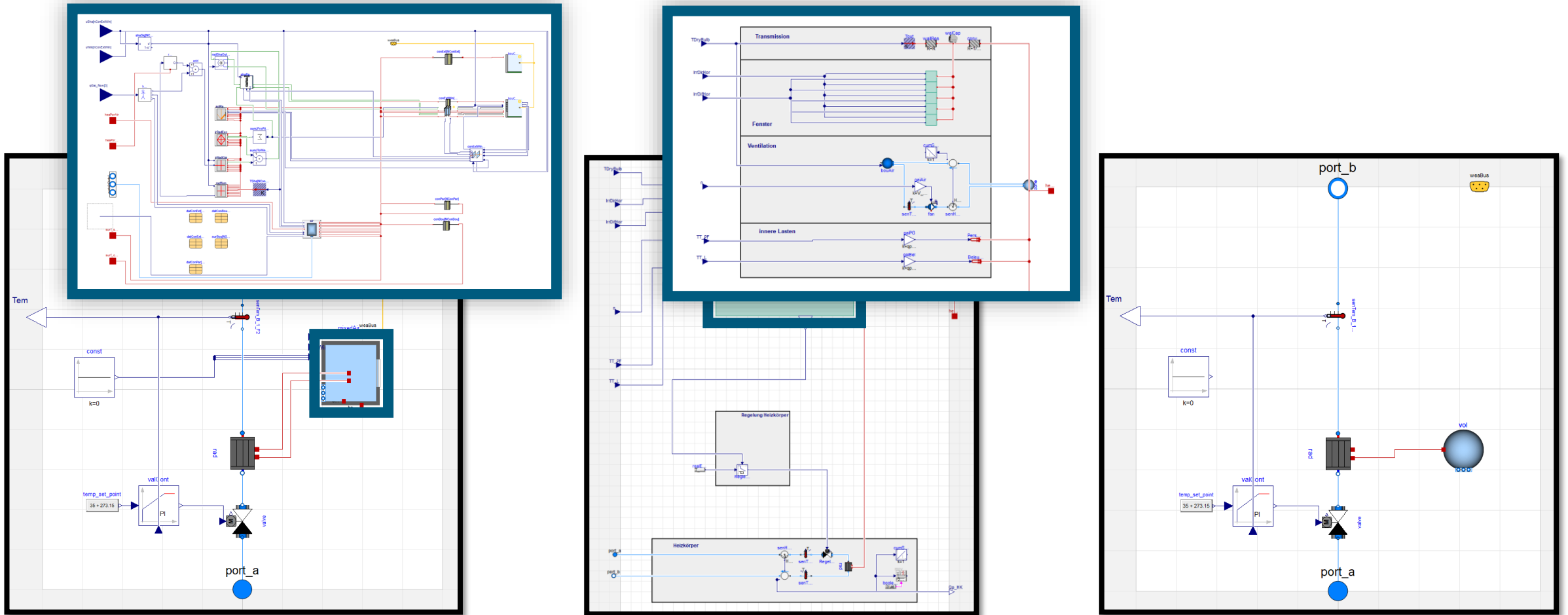
Raummodell in Variante 1

- Komponente aus MBL
- Zu detailreich



IFC2Modelica

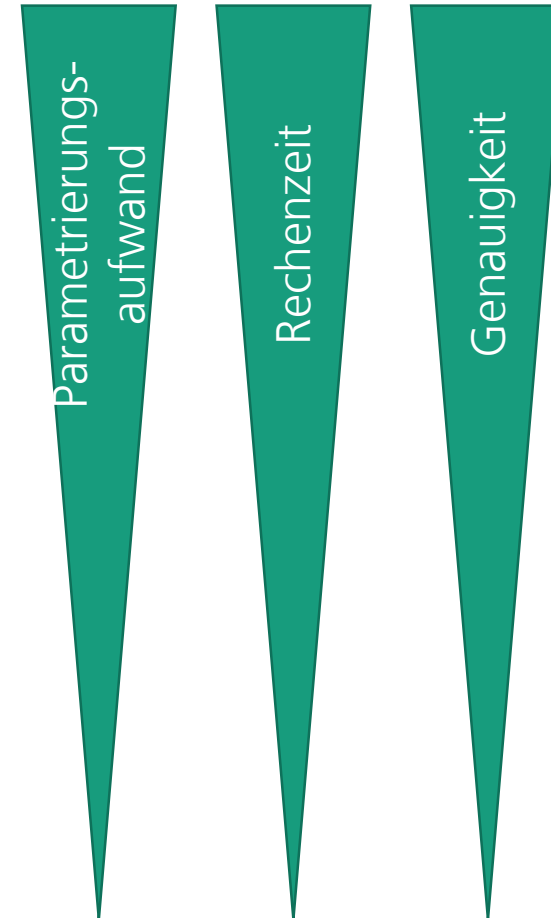
Raummodelle



IFC2Modelica

Exkurs: OpenSource Raummodelle

- MBL
- AixLib
- 11R2C (VDI 6007) z.B. TEASER
- 5RC1 (ISO 13790)
- 1R1C LibEAS
- Luftknoten



Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- IFC2GC
- BIM-HVAC-Tool/SIM-VICUS
- AX3000
- IFC2Modelica
- **Anlagentechnik**

Anlagentechnik

Grundlagen für BIM2SIM

- Abbildung Anlagentechnik im IFC weitgehend möglich

Matthias Urbanski: „Untersuchungen zur Kopplung von BIM mit semantischen Technologien am Beispiel einer Kälteerzeugungsanlage“

- Verfügbarkeit der notwendigen IFC-Modelle nicht gegeben
- Ergänzung notwendig
 - Regelungsinformationen
 - Energieflussrichtungen
- semantische Netze hilfreich

Miguel Manotas: „Untersuchungen zur Simulation Raumluftechnischer Anlagen zur Unterstützung von Planung und Betrieb von Nichtwohngebäuden“

- Grundsätzliches Konzept zur semantischen Kopplung von BIM und SIM bei der Anlagentechnik erarbeitet

Elisabeth Eckstädt: „Bidirectional coupling of Building Information Modeling and Building Simulation using ontologies“ EG-ICE 2021

Anlagentechnik

Exkurs: OpenSource Modelle

- IBPSA-Libraries
 - Modelica Buildings (LBNL Berkeley)
 - AixLib (RWTH Aachen)
 - BuildingSystems (UdK Berlin)
 - IDEAS (KU Leuven)
- Anlagenspektrum vollständig abbildbar
- ergänzbar
- idR kommerzielles Tool notwendig: Dymola
- Komplexe Abbildung der Medien
- Empfindlichkeit bei Regelung

Workflow – Toolchains zur Erstellung von Simulationsmodellen aus IFC

Zusammenfassung

- 3D-Ansicht (Falschfarben) für Arbeit mit großen Gebäudemodellen essentiell
- Modelica für die Gebäudeseite nur bedingt geeignet (grobe Zonierung)
- Kommerziell ist nicht unbedingt besser und funktionsfähig
- Gebäudetechnik deutlich weiter als Anlagentechnik
- Ausblick
 - SIMVICUS IFC in Arbeit
 - Erstellung von Anlagensim aus IFC

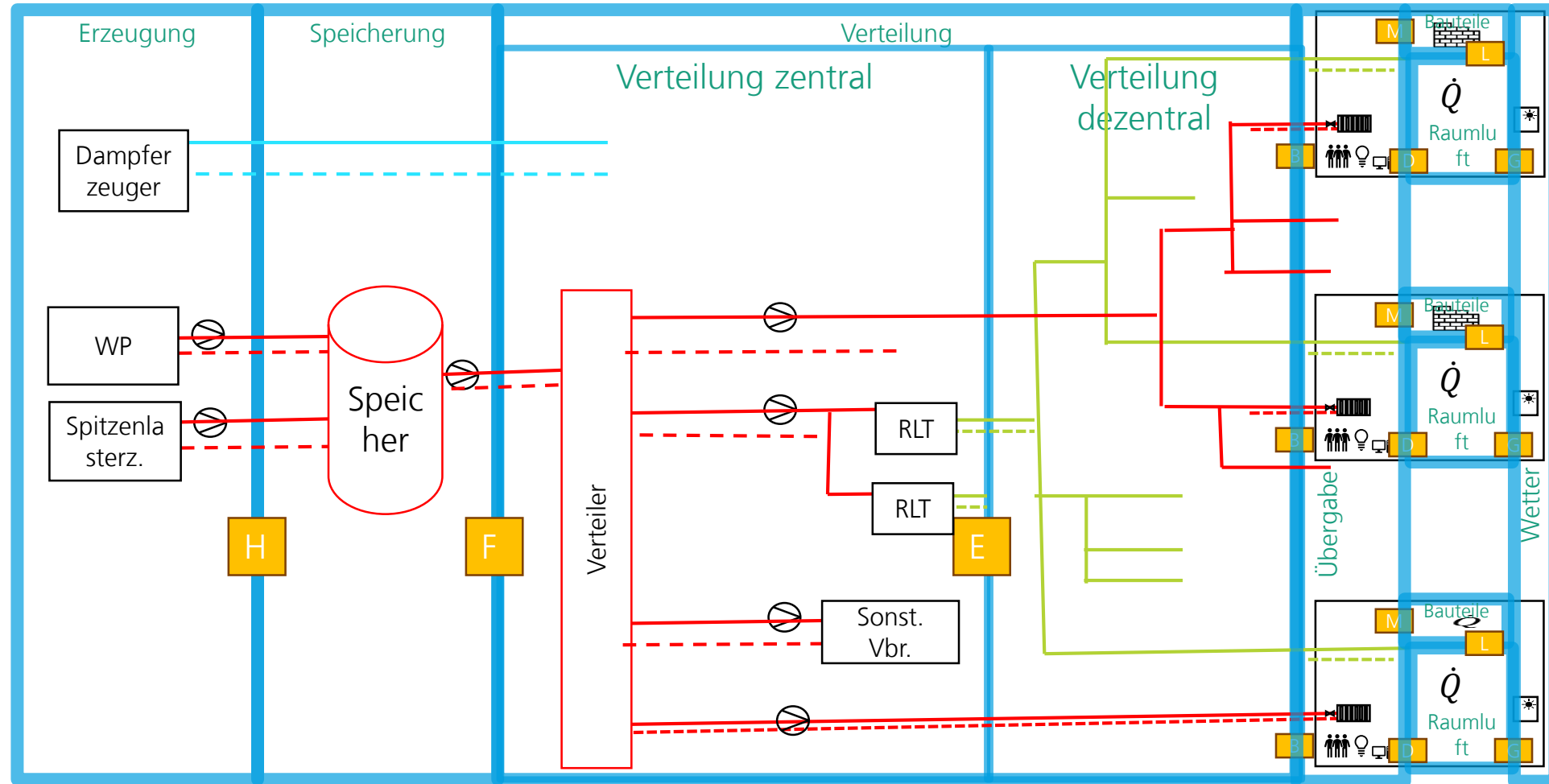
Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

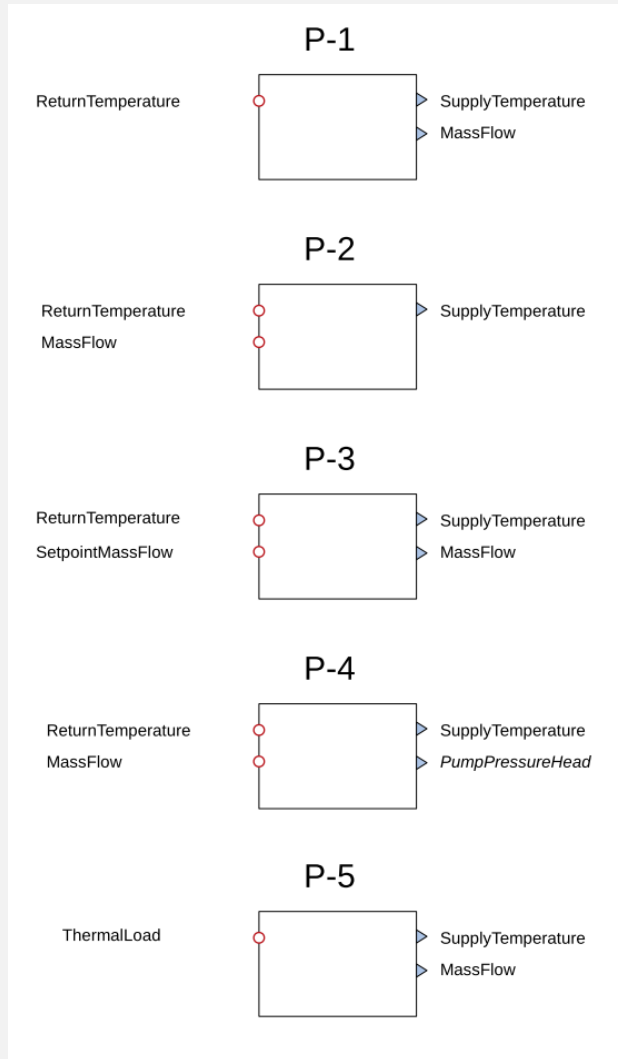
- **Einführung**
 - **Koppelstellen**
 - **FMU-Shapes**
 - **FMI Standard**
- Anlagen-FMUs aus GreenCity
- Gebäude-FMUs aus NANDRAD
- Anlagen- und Gebäude-FMUS aus Dymola

Koppelstellen

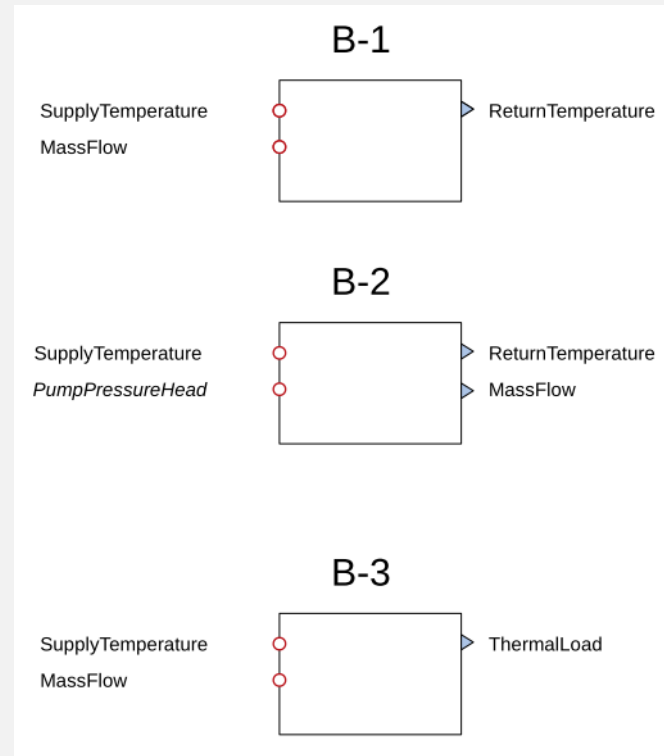


FMU-Schnittstellen

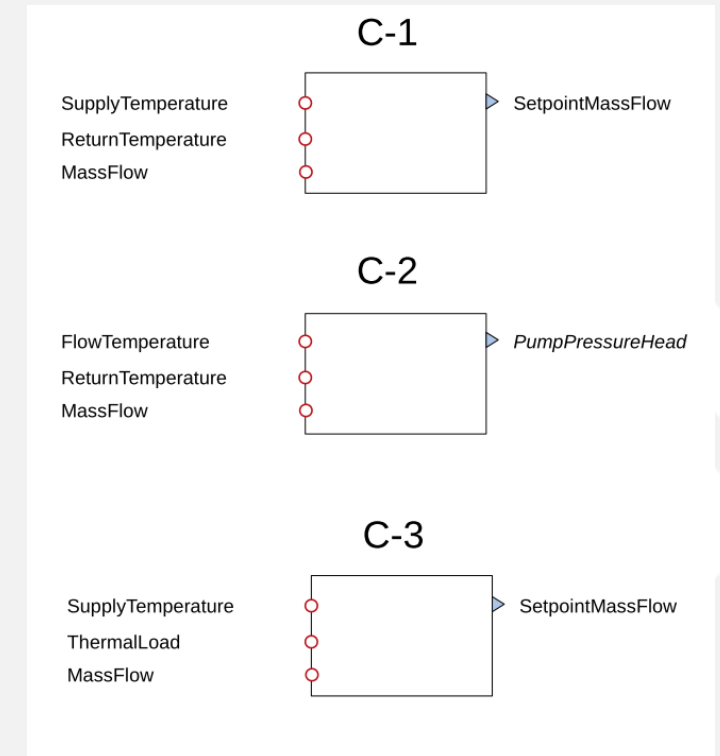
Anlagen



Gebäude



Controller



Functional Mock-up Interface

Was ist das?

- Ein herstellerneutrales Austauschformat für Simulationsmodelle und zur Co-Simulation.
- Seit 2011 herausgegeben und gepflegt von der Modelica Association: fmi-standard.org.
- Unterstützt von mehr als 170 Tools weltweit: fmi-standard.org/tools.
- Angewendet in allen Industriezweigen, in denen cross-domain, cross-tool bzw. cross-company Systemsimulation betrieben wird.
- Modellaustausch erfolgt über Functional Mock-up Units (FMUs):
 - zip-file mit festgelegter Struktur
 - Modellbeschreibung in modelDescription.xml
 - Funktionalität im Binärformat (für eine oder mehrere Plattformen) und/oder C-code

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

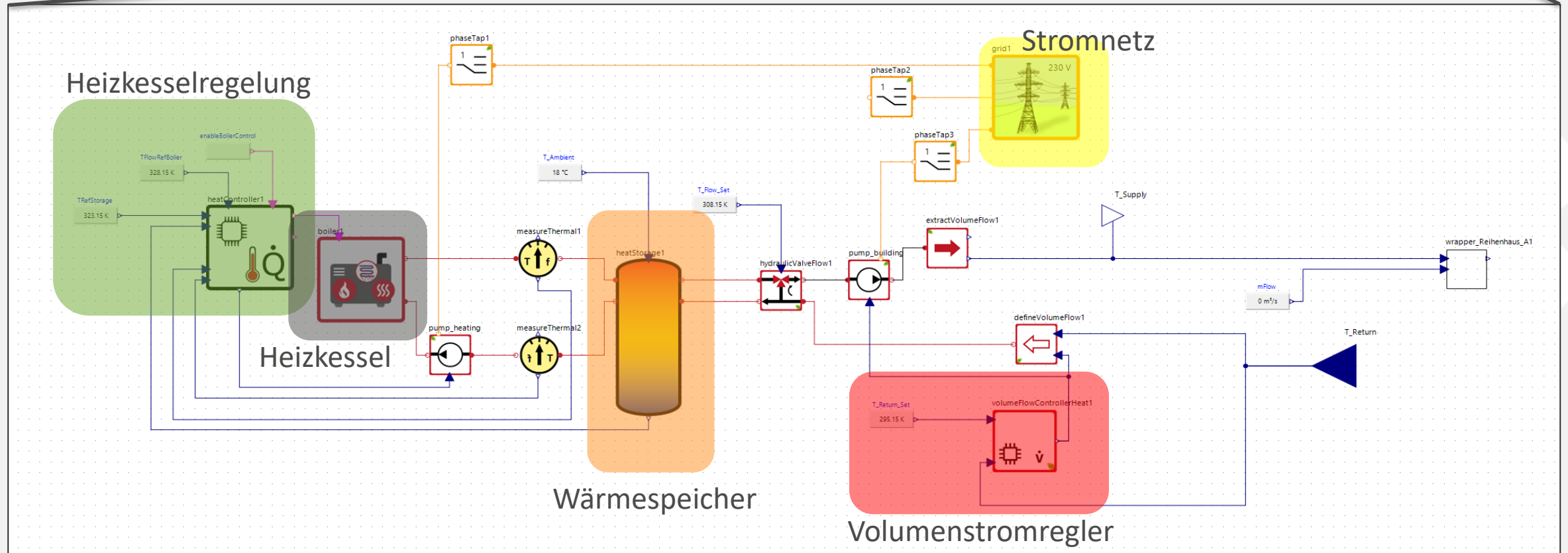
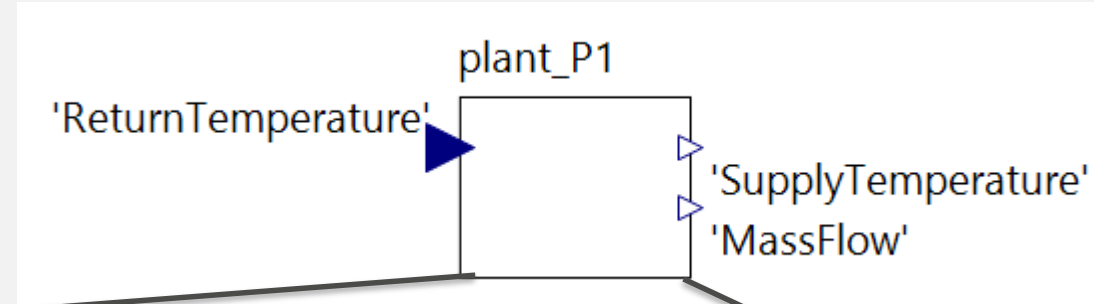
Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern	
	Vorstellung der Demonstratoren	
	Simulationsszenarien	
13:30	<u>Workflow</u>	
	Anforderungen an IFC-Modelle	
	Toolchains	
	Erstellung von FMUs	<ul style="list-style-type: none">▪ Einführung<ul style="list-style-type: none">▪ Koppelstellen▪ FMU-Shapes▪ FMI Standard▪ Anlagen-FMUs aus GreenCity▪ Gebäude-FMUs aus NANDRAD▪ Anlagen- und Gebäude-FMUS aus Dymola
	Gekoppelte Simulationen	
	Ergebnisaufbereitung	
17:30	FMI 3.0	
18:15	Zusammenfassung, Ausblick	

Anlagen-FMU

Heizkessel mit Wärmespeicher

- Anschlüsse unterscheiden sich je nach Kopplungsvariante



Anlagen-FMU

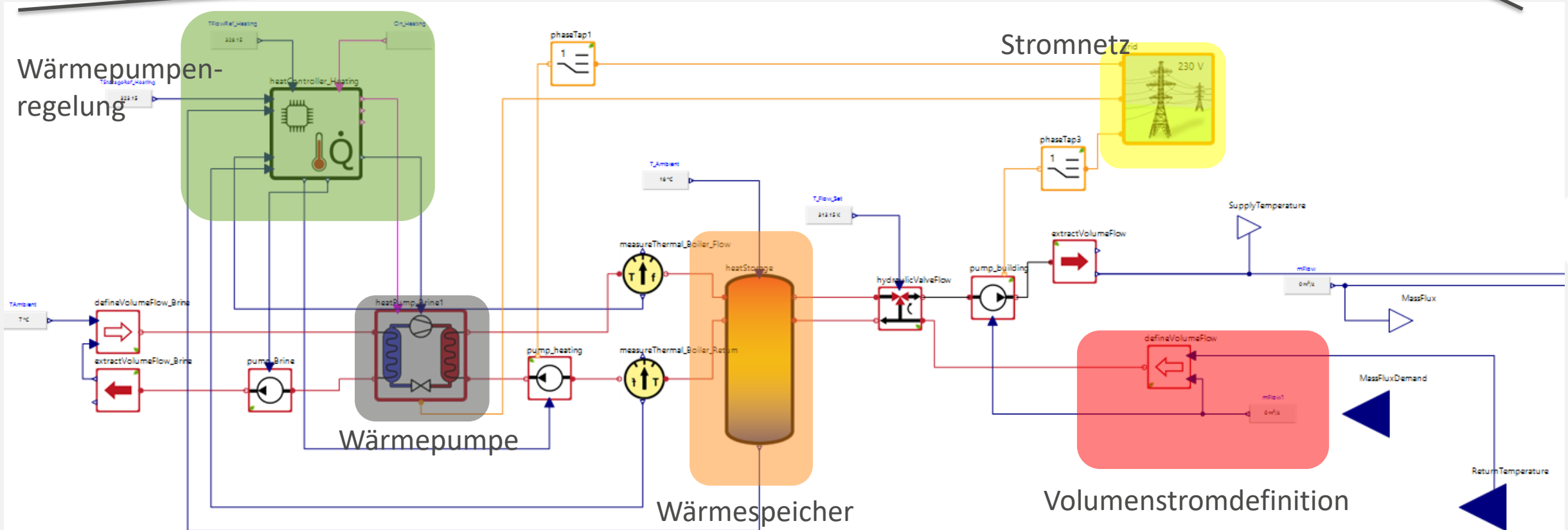
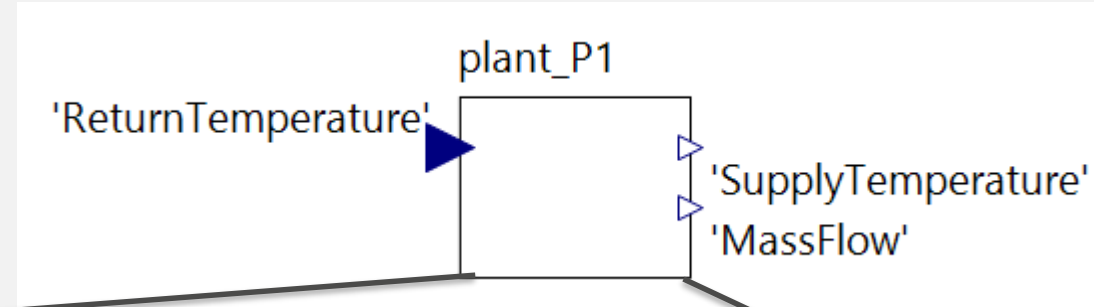
Parameter

Parameter	Beschreibung
HeatingPower	Heizleistung des Gaskessels
SupplySetTemperature	Vorlauf Solltemperatur des Gaskessels
SupplyTemperatureMax	Maximale Vorlauftemperatur des Gaskessels
SupplyVolumeflowMax	Maximaler Volumenstrom durch den Gaskessel/primärseitig in den Speicher
StorageVolume	Speichervolumen
StorageSetTemperature	Sollspeichertemperatur (Zweite Schicht von oben)
SetFlowTemperature	Vorlauf Solltemperatur des Heizkreises
SetReturnTemperature	Rücklauf Solltemperatur des Heizkreises
MaxVolumeflowBuilding	Maximaler Volumenstrom durch das Gebäude

Anlagen-FMU

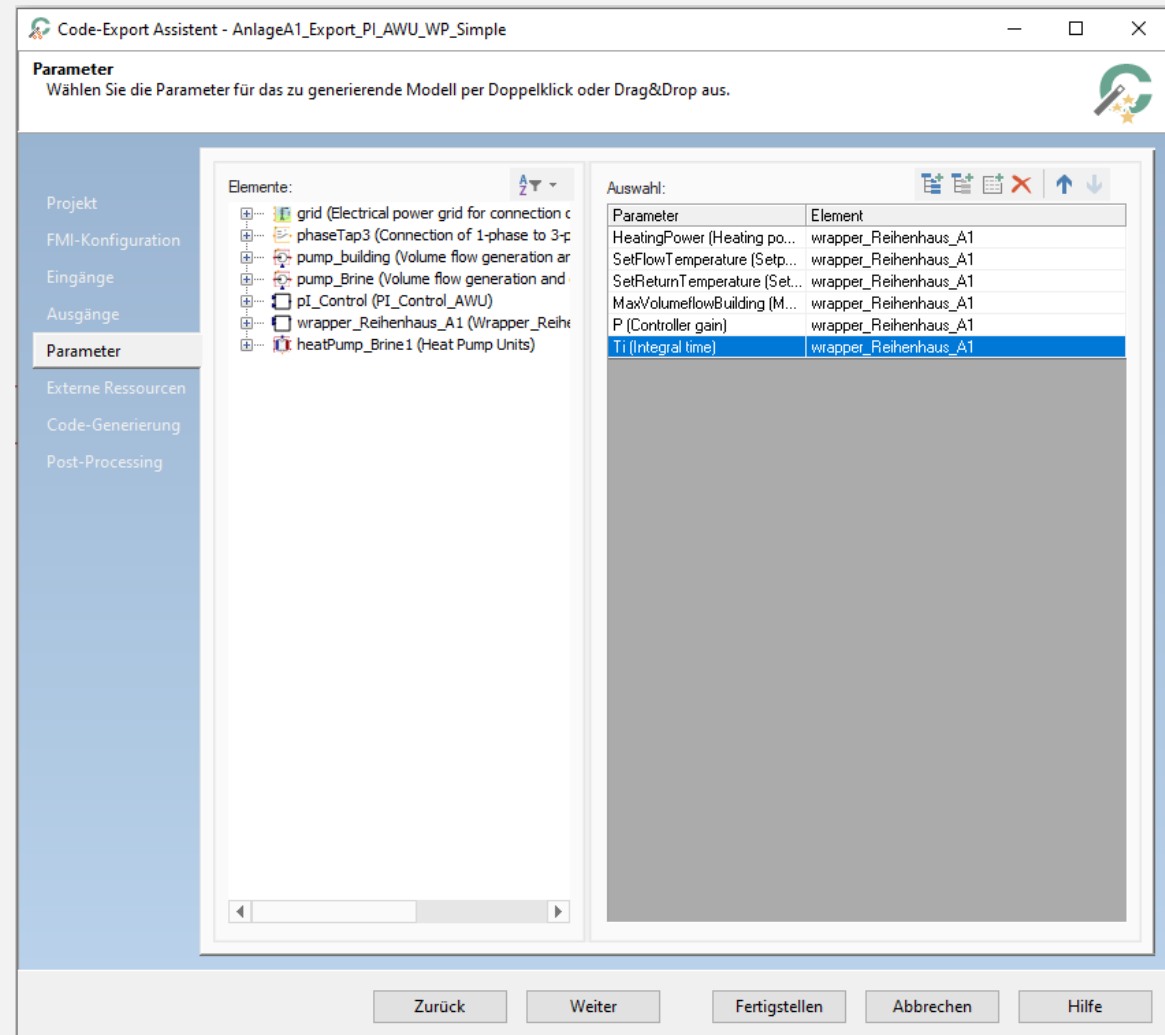
Wärmepumpe mit Wärmespeicher

- Erzeuger beliebig austauschbar



FMU-Export

- Export des Modells über den SimulationX Code-Export Assistent
- Nutzung eines internen Wrappers um alle Parameter gemeinsam setzen zu können



Anlagen-FMU

Funktionsbeschreibung

- Realität:
 - Druckabfall durch öffnende Raumventile führen zu höherem Massestrom ins Gebäude, Druckerhöhung durch schließende Raumventile verringert den Massestrom
- Aber: Druck wird anlagenseitig nicht simuliert, somit keine Regelung auf Druck oder Reaktion auf Druckänderungen möglich
- Mögliche Regelgrößen für den Volumenstrom:
 - Raumtemperatur (sehr genau, aber sehr große Schnittstelle und schlecht skalierbar)
 - Durchschnittsraumtemperatur (verringerte Schnittstelle, Verteilung kann ungleich sein, kleine Räume haben je nach Durchschnittsbildung viel oder wenig Einfluss)
 - Heizleistung (schwierig zu bestimmen, in der Realität nicht als Messgröße verfügbar)
 - Rücklauftemperatur
- Über feste Vor- und Rücklauftemperatur lässt sich Massestrom regeln: Wenn Temperaturspreizung sinkt ist weniger Abnahme vorhanden und der Massestrom kann reduziert werden, Umkehrung äquivalent
- Wichtig:
 - Regelung muss immer minimalen Massestrom (0,1 % des maximalen Massestroms) durch das Gebäude erzeugen, um Einsetzen von Wärmeabnahme detektieren zu können
 - Soll-Rücklauftemperatur muss realistisch (mit Abstand zur Soll-Raumlufttemperatur) gewählt werden, um ausreichende Heizleistung zu garantieren

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern	
	Vorstellung der Demonstratoren	
	Simulationsszenarien	
13:30	<u>Workflow</u>	
	Anforderungen an IFC-Modelle	
	Toolchains	
	Erstellung von FMUs	<ul style="list-style-type: none">▪ Einführung<ul style="list-style-type: none">▪ Koppelstellen▪ FMU-Shapes▪ FMI Standard▪ Anlagen-FMUs aus GreenCity▪ Gebäude-FMUs aus NANDRAD▪ Anlagen- und Gebäude-FMUS aus Dymola
	Gekoppelte Simulationen	
	Ergebnisaufbereitung	
17:30	FMI 3.0	
18:15	Zusammenfassung, Ausblick	

Modellierungstiefe Gebäude

LOD1: Gebäude mit Bedarfsberechnung

- Idealisierungsannahme: Heizelemente mit idealer Wärmeabgabe
- Umrechnung in Rücklauftemperatur durch stationäre Bilanz

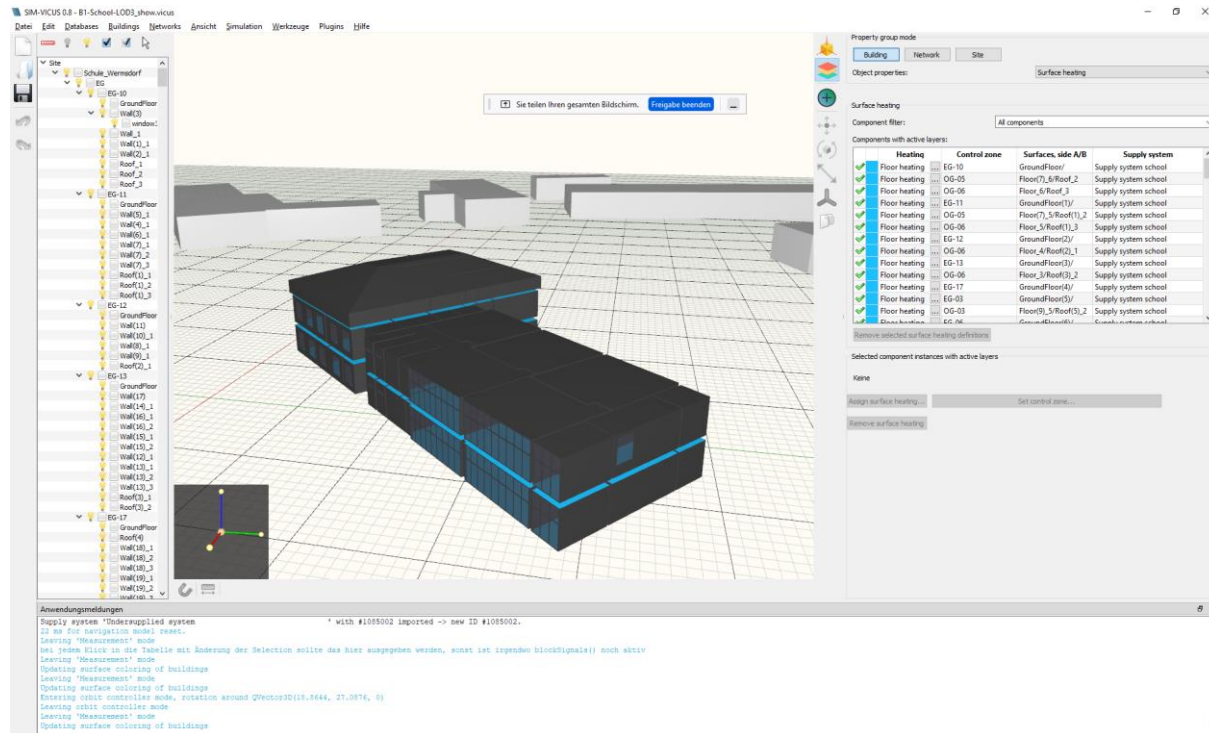
LOD2: Gebäude mit hydraulischen Heizelementen

- Idealisierungsannahme: hydraulische Heizelemente mit Idealversorgung und Drosselventil
- Wärmeabgabe begrenzt durch Temperaturunterschied zwischen Vorlauf und Raum/Wandelement
- Umrechnung in Rücklauftemperatur durch stationäre Bilanz

LOD3: Gebäude mit hydraulischem Heizkreislauf

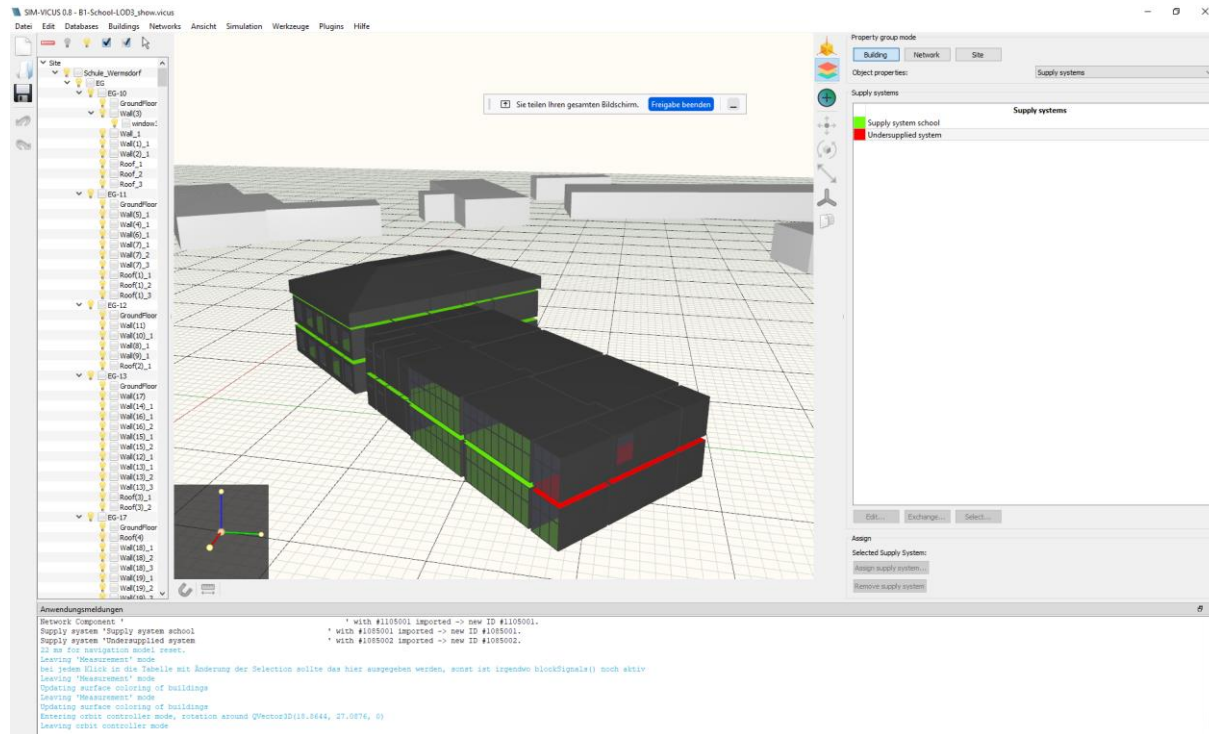
- hydraulisches Verteilnetzwerk mit geregelter Pumpe und adiabatem Bypass
- Berücksichtigung der thermischen Speicherfähigkeit im Fluid

Unterstützung LOD 1 und LOD 2



- Graphisch unterstützte Modellierung von Flächenheizelementen in SIM-VICUS
- Auswahl idealer Flächenheizelemente (LOD 1) oder reale Heizelemente aus Datenbank (LOD 2)
- Automatische Dimensionierung der Heizschlaufen nach Flächengröße
- Automatische Generierung: Adaptermodell zur Berechnung einer Äquivalenz-Rücklauftemperatur, FMI-Schnittstellendefinition

Unterstützung LOD 3



- Graphisch unterstützte Zuweisung von Flächenheizelementen zu einem externen Versorger
- Idealisierung des Verteilnetzes als hydraulisch ausgeglichene Parallelstränge
- Automatische Erstellung des Rohrnetzwerkes
- Automatische Generierung: Ideales Vorheizelement, geregelte Pumpe, Bypass-Äquivalenzmodell, FMI-Schnittstellendefinition

FMU-Export

NANDRAD FMU Generator 2.0.0

General Properties | Input variables | Output variables

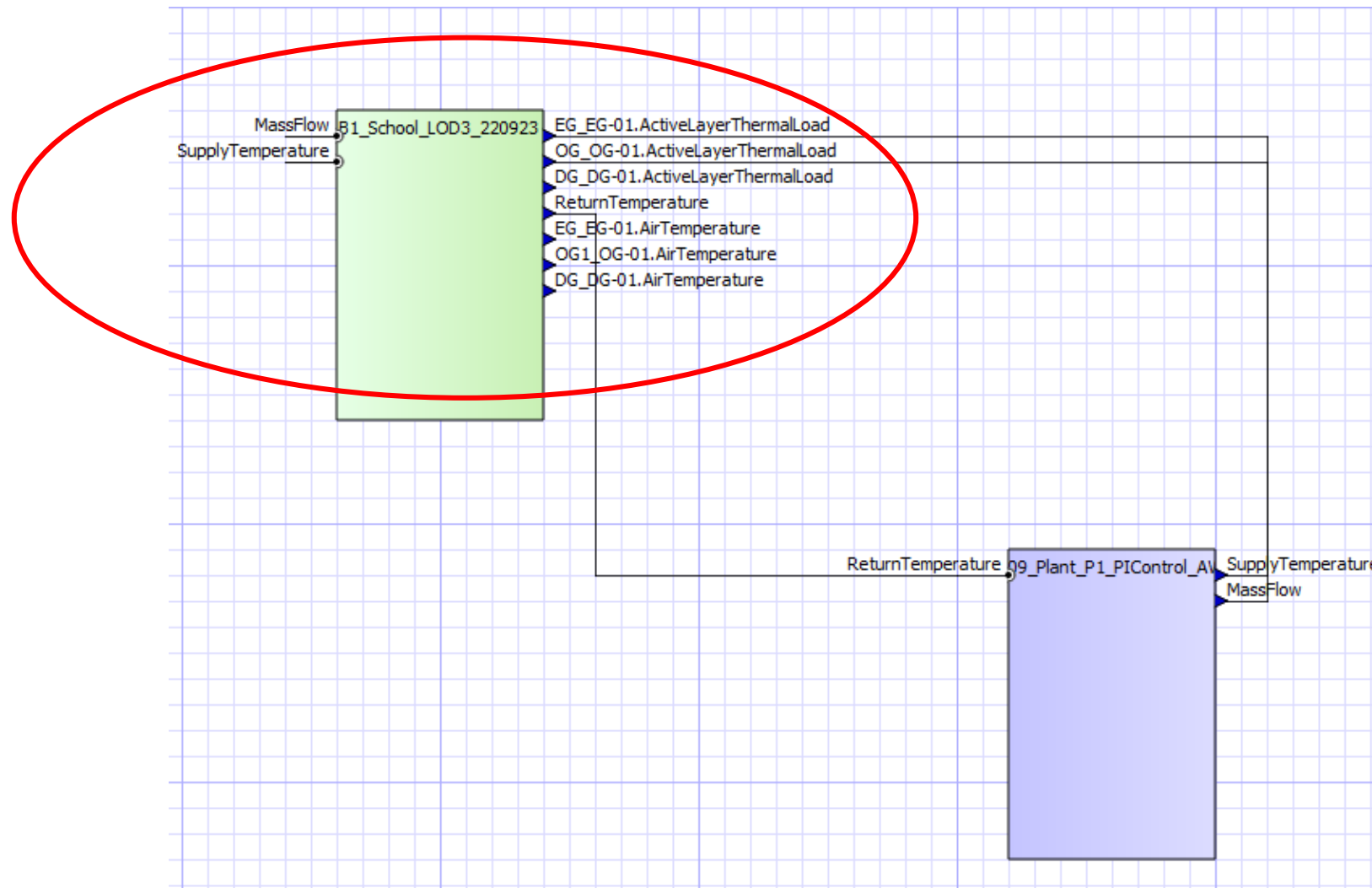
NANDRAD Variable Name	Object ID	Vector value index/ID	Unit	FMI Variable Name	FMI value reference	FMI Type	Description
Zone("GroundZone3")AirTemperature	3		K	GroundZone3AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.DG.DG-01")Air...	107		K	DG_DG-01AirTemperature	43	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.DG.DG-02")AirTe...	105		K	Schule_Wermsdorf_DG_DG-02AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.DG.DG-03")AirTe...	106		K	Schule_Wermsdorf_DG_DG-03AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.DG.DG-04")AirTe...	103		K	Schule_Wermsdorf_DG_DG-04AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.DG.DG-05")AirTe...	104		K	Schule_Wermsdorf_DG_DG-05AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-01")Air...	61		K	EG_EG-01AirTemperature	44	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-02")AirTem...	74		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-02AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-03")AirTem...	53		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-03AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-05")AirTem...	55		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-05AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-06")AirTem...	54		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-06AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-07")AirTem...	73		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-07AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-08")AirTem...	71		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-08AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-09")AirTem...	72		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-09AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-10")AirTem...	48		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-10AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-11")AirTem...	49		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-11AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-12")AirTem...	50		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-12AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-13")AirTem...	51		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-13AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-14")AirTem...	60		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-14AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-15")AirTem...	66		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-15AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-16")AirTem...	56		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-16AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-17")AirTem...	52		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-17AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-18")AirTem...	62		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-18AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-19")AirTem...	63		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-19AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-20")AirTem...	64		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-20AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-21")AirTem...	67		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-21AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-22")AirTem...	68		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-22AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-23")AirTem...	75		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-23AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-24")AirTem...	76		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-24AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-25")AirTem...	78		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-25AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-26")AirTem...	77		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-26AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-27")AirTem...	59		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-27AirTemperature	---	Real	Room air temperature
Zone("Schule_Wermsdorf.EG.EG-28")AirTem...	58		K	Schule_Wermsdorf_EG_EG-28AirTemperature	---	Real	Room air temperature

Variable name filter: AirTemperature | Description filter: Description text or parts of it (with/without wildcards)

Use display name for FMI variables
 Save FMI specification in NANDRAD project file | Reload project and update variable lists | Generate FMU

- Tabellenunterstützte Auswahl und Anzeige von FMI-Schnittstellen
- Ergebnisdarstellung: Auswahl aller Modellberechnungsgrößen als FMI-Outputs ist möglich
- Mehrere Suchfilter für die Komplexauswahl vieler gleichartiger Ergebnisgrößen
- Nutzerdefinierte Schnittstellenbenennung
- Automatische FMU-Generierung

Gebäude-Katalogelemente



Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

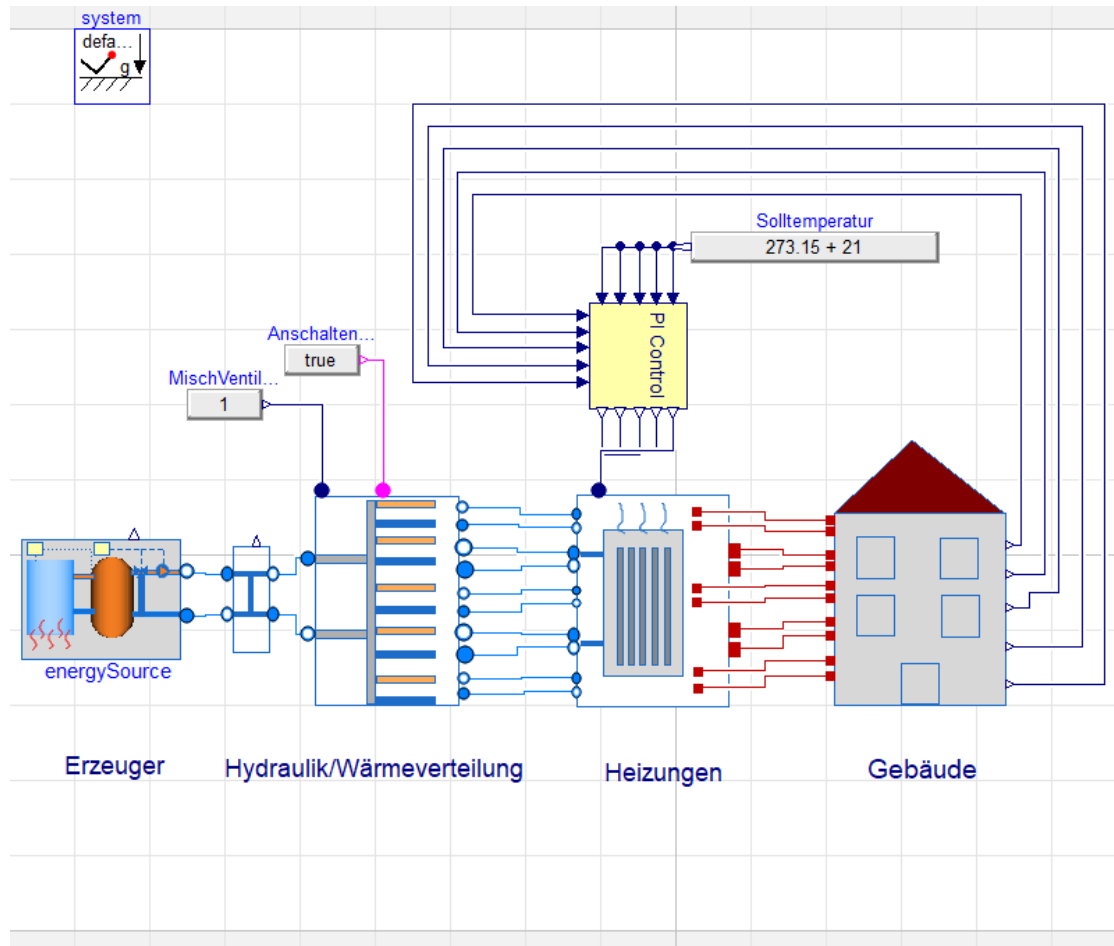
Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Einführung
 - Koppelstellen
 - FMU-Shapes
 - FMI Standard
- Anlagen-FMUs aus GreenCity
- Gebäude-FMUs aus NANDRAD
- **Anlagen- und Gebäude-FMUS aus Dymola**

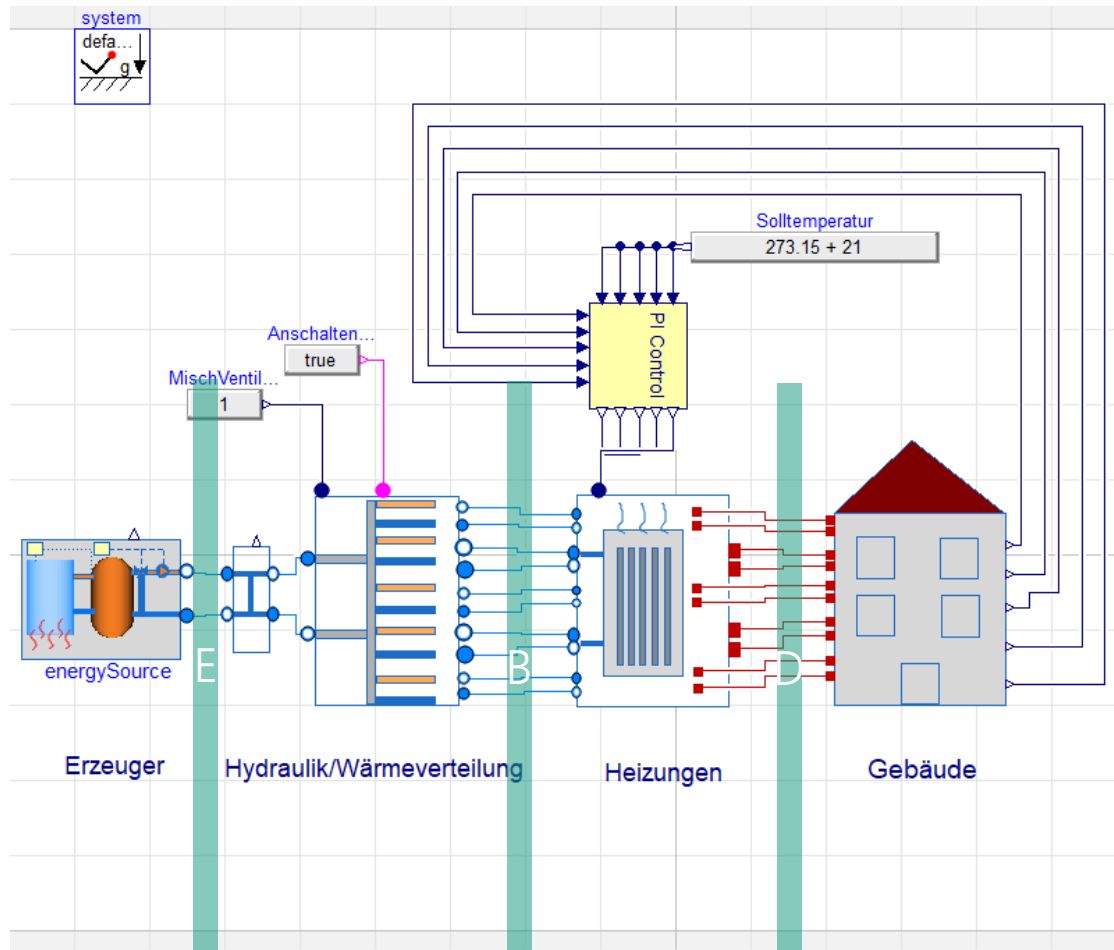
Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell



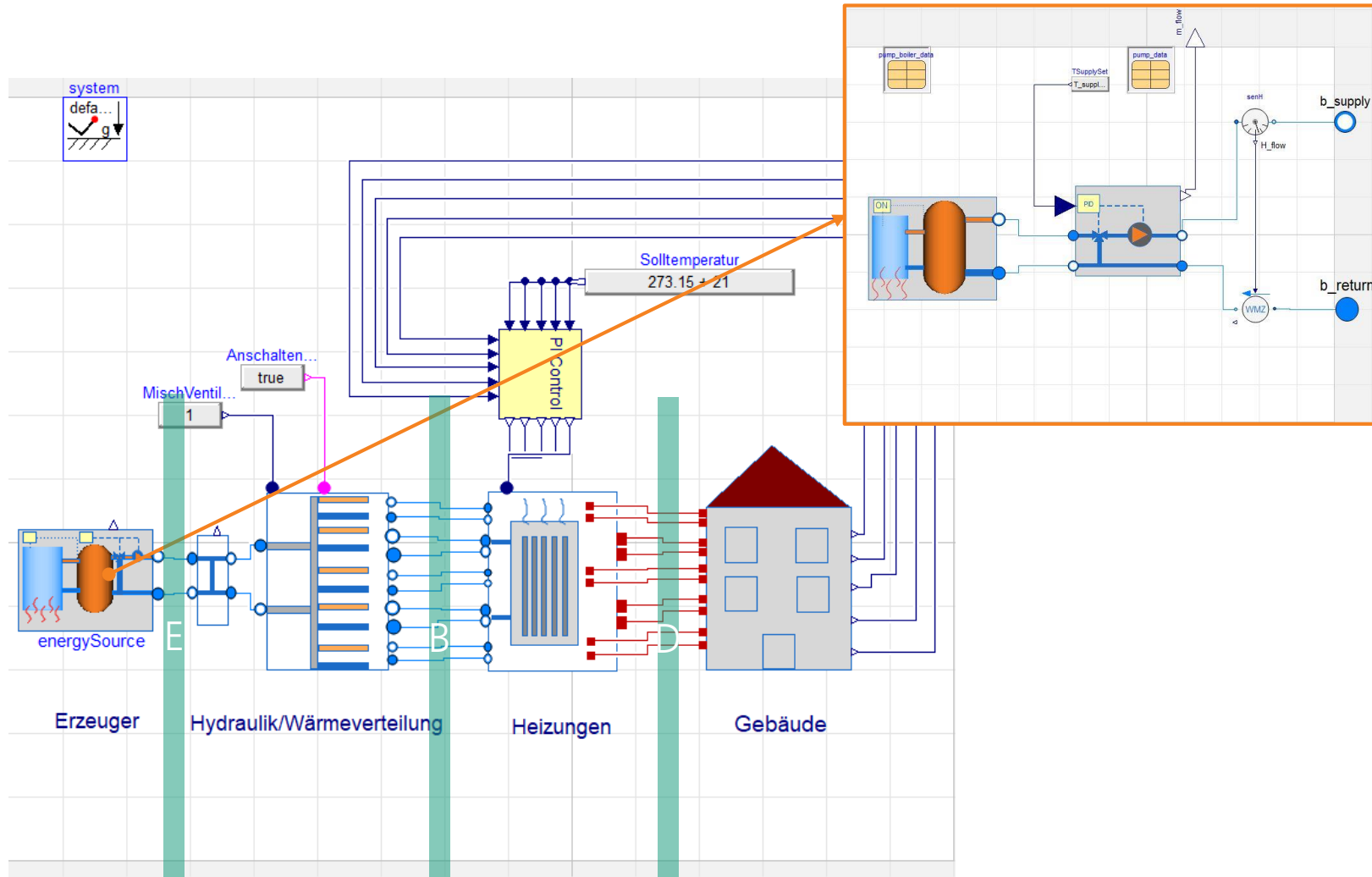
Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell



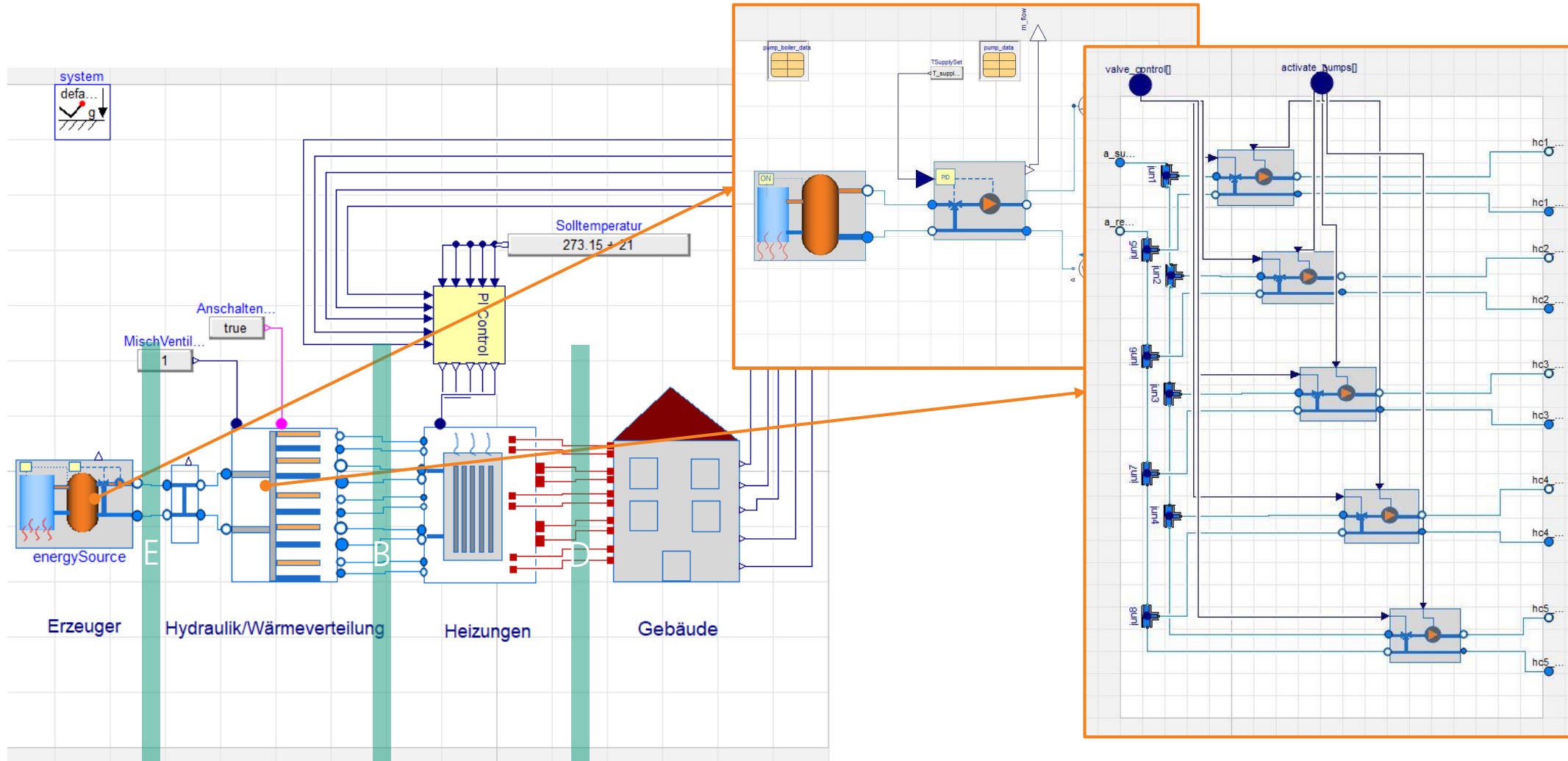
Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell



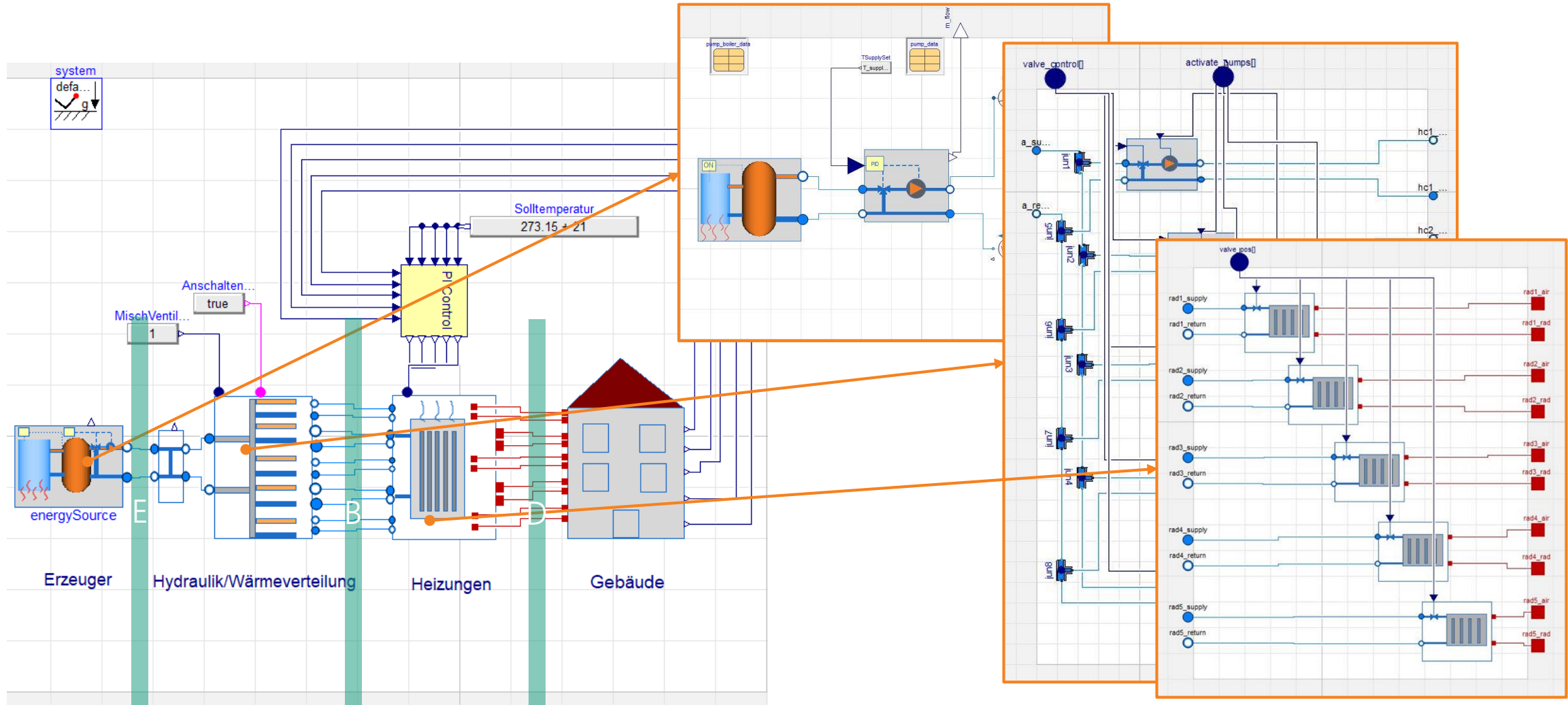
Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell



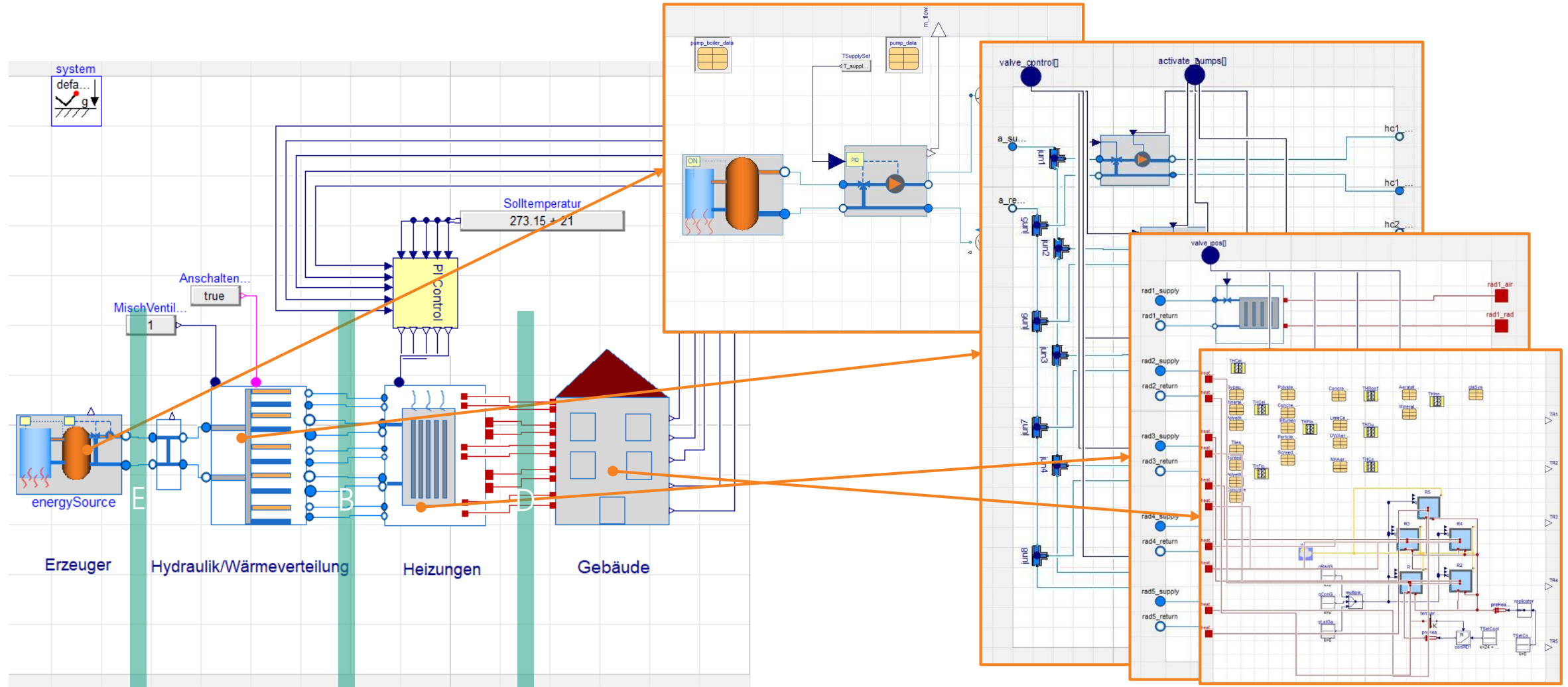
Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell



Reihenhausmodellierung in Dymola

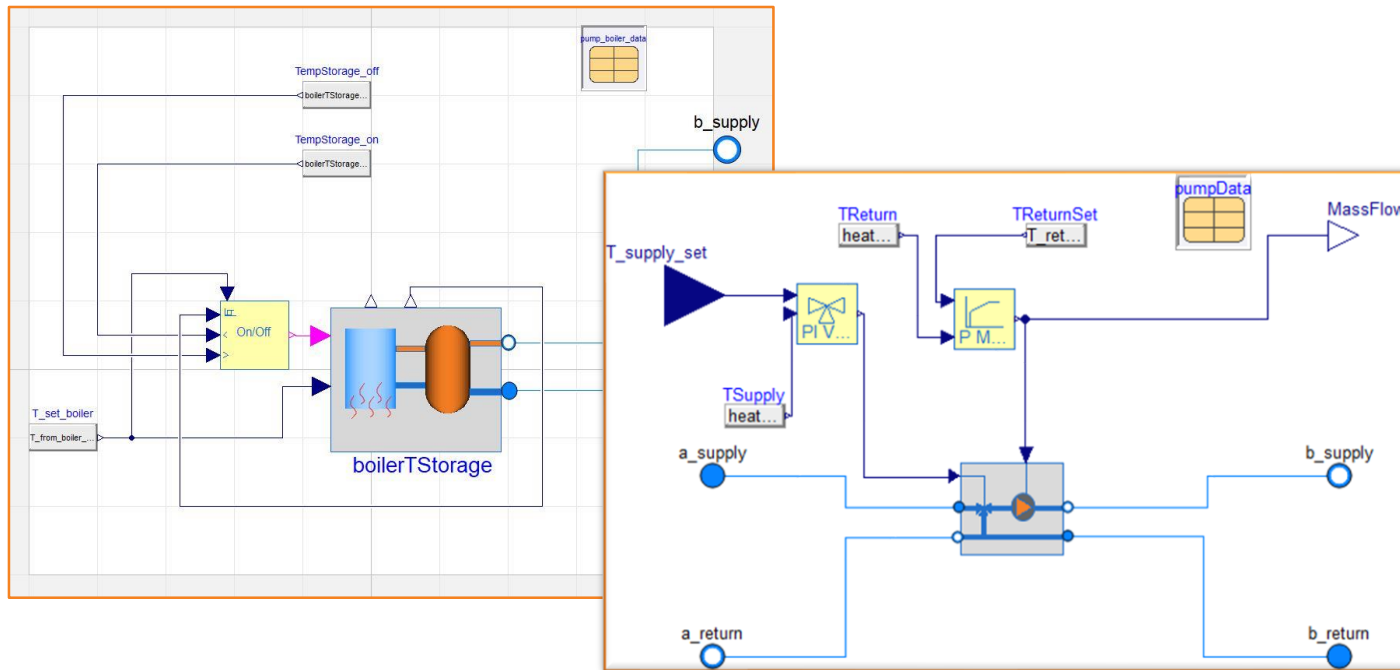
Modell



Reihenhausmodellierung in Dymola

Modell

Regelung der Anlage



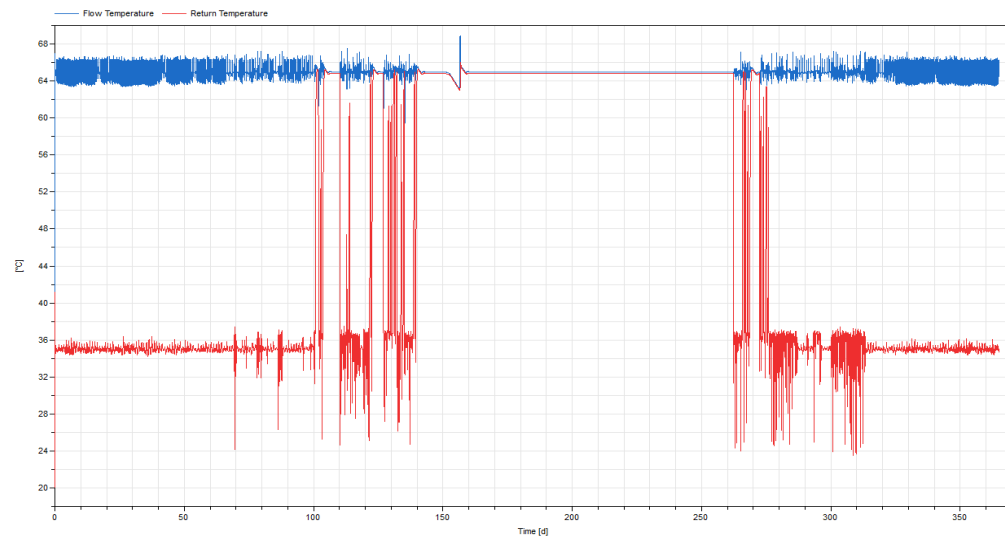
- Kesselregelung:
 - Ein- und Ausschalten des Kessels
 - Leistung des Kessels
- Pumpenregelung
 - Vorlauftemperatur zum Heizkreis:
Stellgröße: Ventilstellung des Mischventils
 - Rücklauftemperatur aus dem Heizkreis:
Stellgröße: Volumenstrom der Pumpe

Reihenhausmodellierung in Dymola

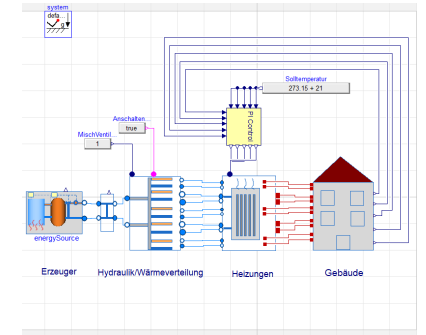
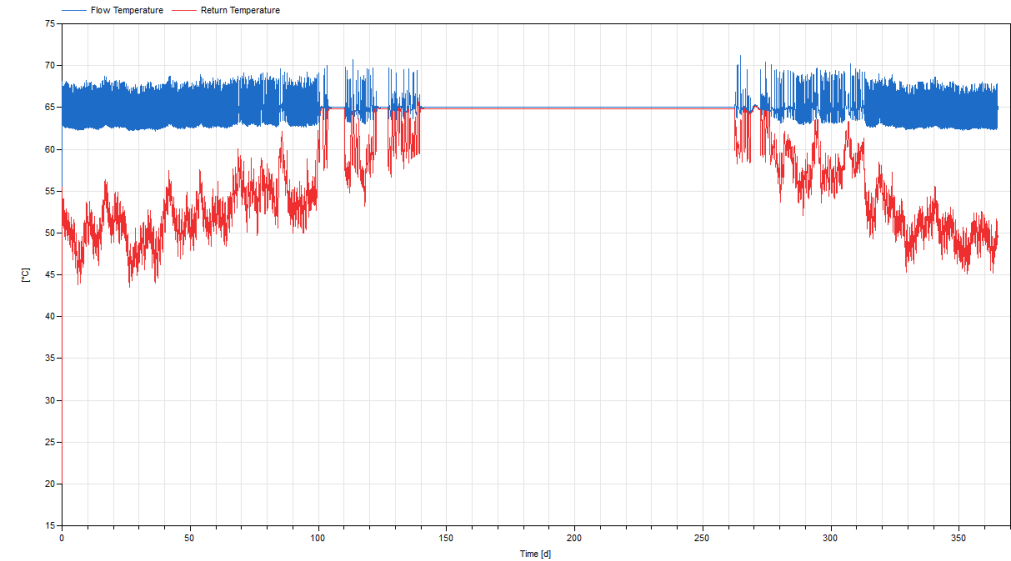
Simulation

Simulation des ungekoppelten Systems in Dymola

PI Regelung:



P Regelung:

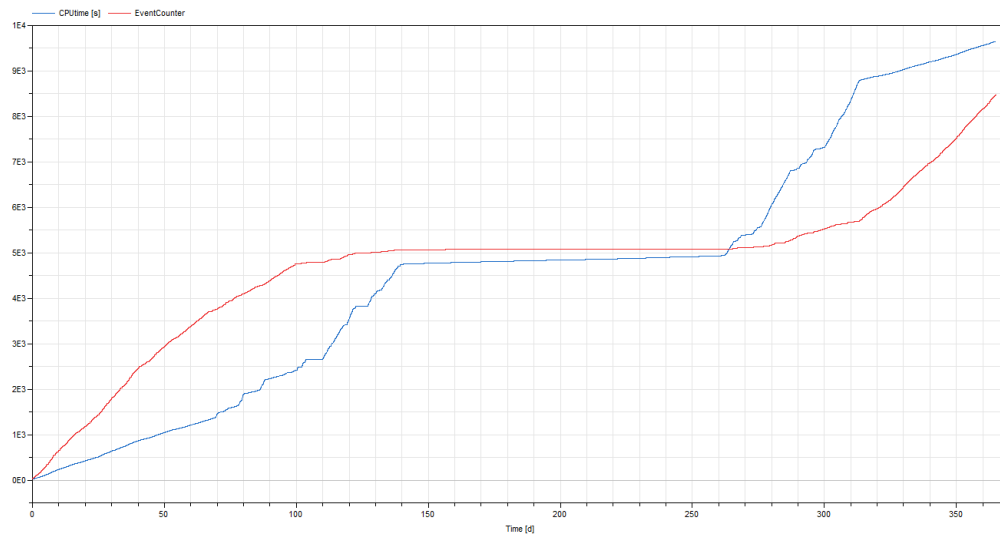


Reihenhausmodellierung in Dymola

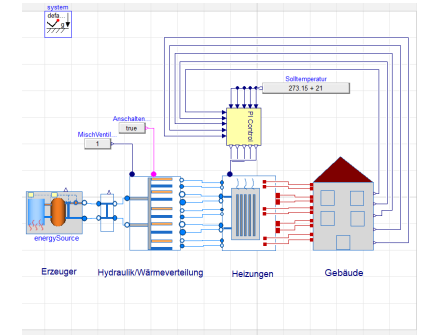
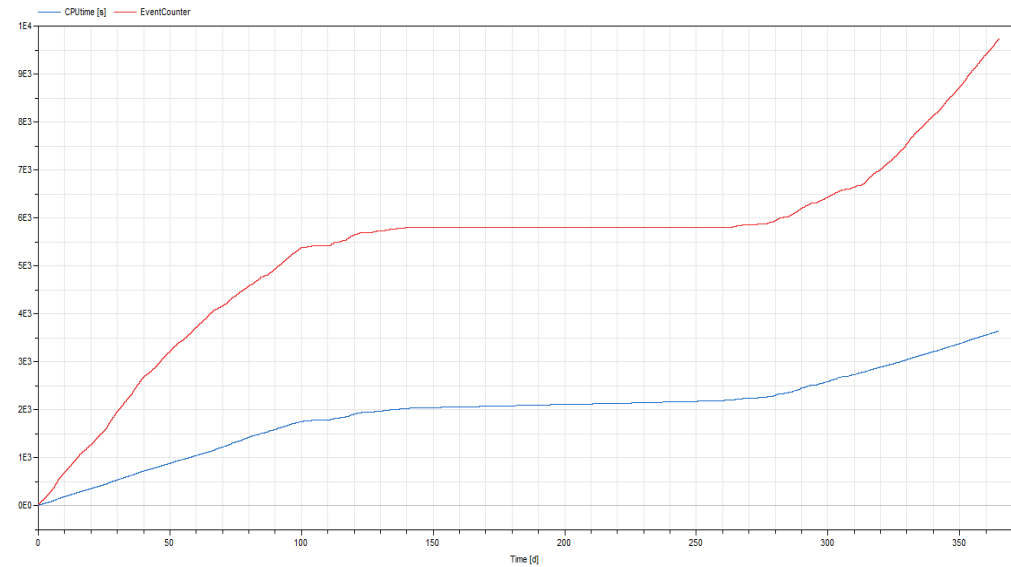
Simulation

Simulation des ungekoppelten Systems in Dymola

PI Regelung:

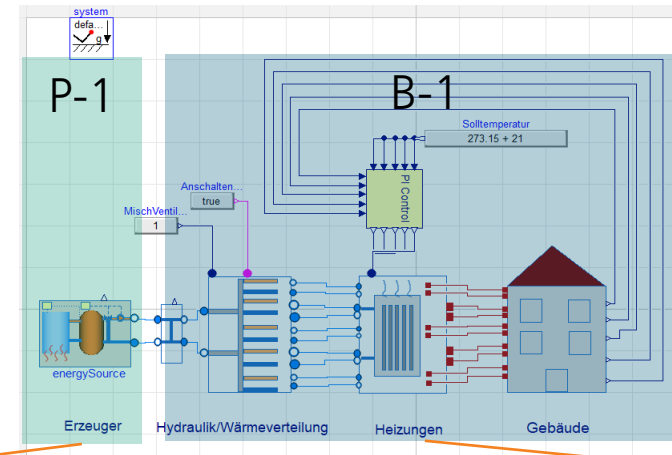
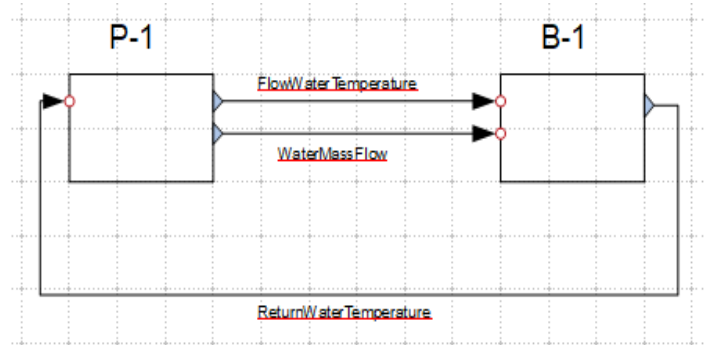


P Regelung:

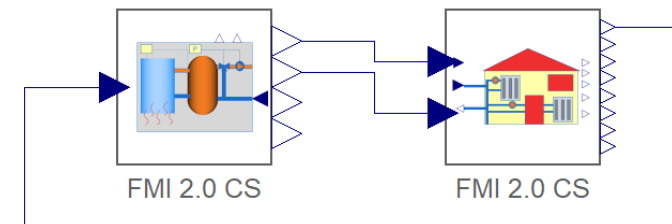
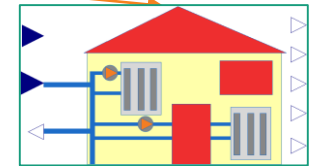
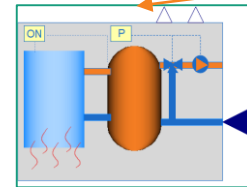


FMU Erzeugung in Dymola: Szenario VII - Variante 1

Schritte



- Gesamtmodell an der Schnittstelle E schneiden + FMU Export der Modellkomponenten
- FMU Export in Dymola möglich als ME und/oder CS mit Ccode / Dymola solver
- Laden der FMU und Koppeln in Dymola
- Festlegen der Parameter der FMUs



Workflow – Erstellung von FMUs

Zusammenfassung

- FMU unterscheiden sich nach Koppelstelle und Koppelgrößen → „Koppelvarianten“
- Unterschiedliche Shapes wurden definiert und analysiert
- Nicht jedes Modell/Tool kann jede Shape sinnvoll „bedienen“
 - Gebäudemodell kann keine P-Shapes
 - Ggf. numerische Herausforderungen bei bestimmten Shapes
- Anlagentechnik (Zentrale) gut katalogisierbar
- Gebäudekatalog nicht zielführend
- Kataloggedanke für Anlagentechnik nicht mit jeder Koppelstelle sinnvoll umsetzbar

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

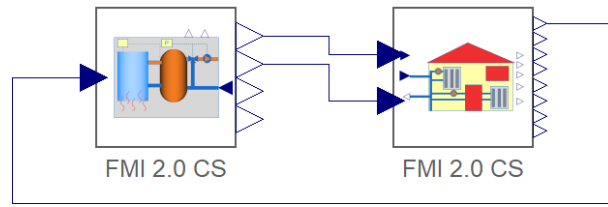
- Master Dymola
- Master FMPy
- MasterSIM
- Master SimulationX
- Testmatrix
- Erkenntnisse

Simulation gekoppelter FMUs

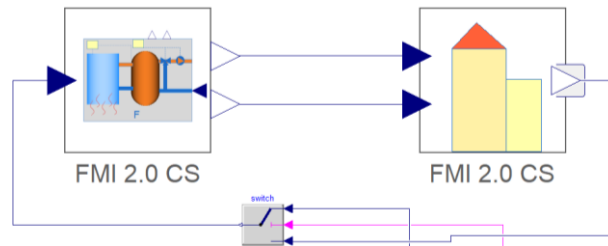
Übersicht

Demonstratoren

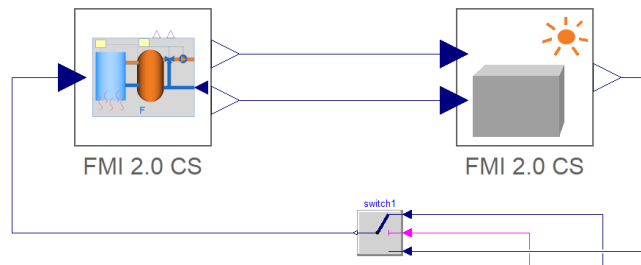
Reihenhaus:



Schule:



Büro:

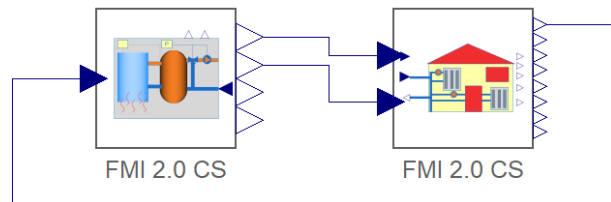


Simulation gekoppelter FMUs

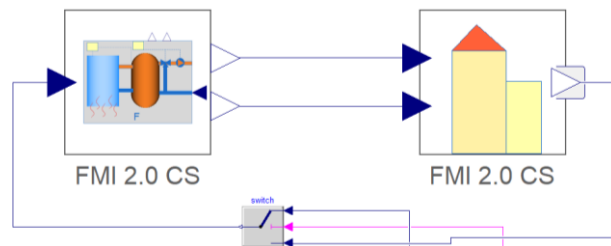
Übersicht

Demonstratoren

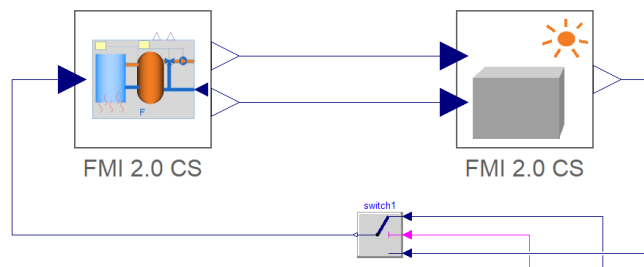
Reihenhaus:



Schule:



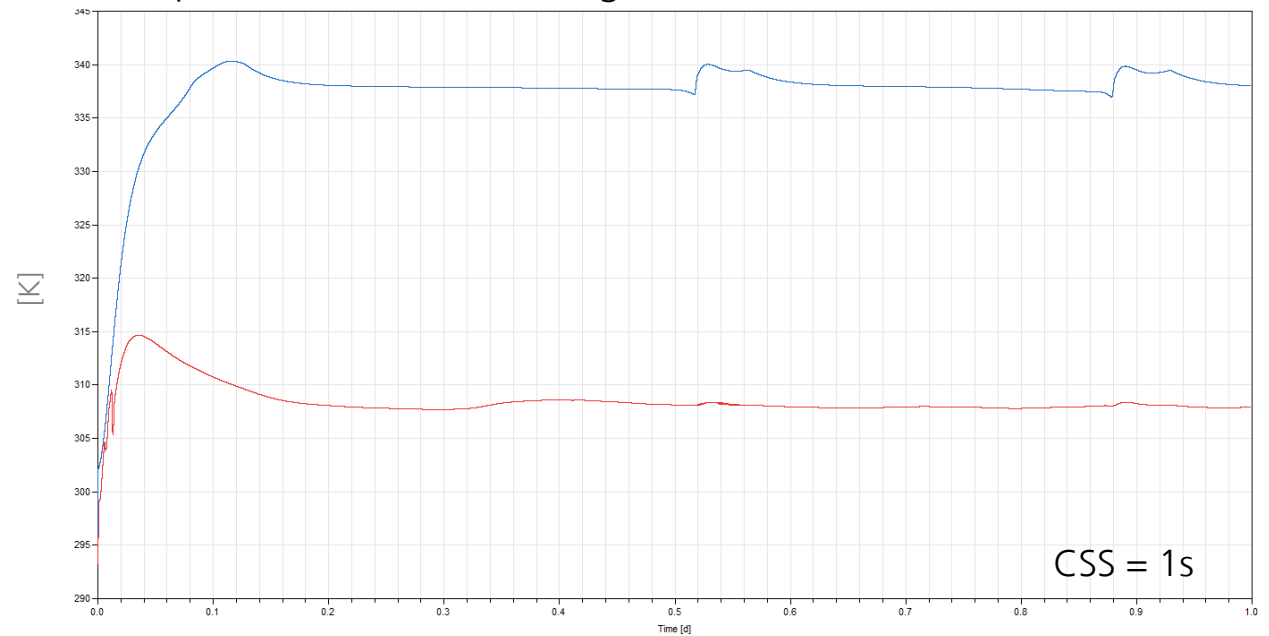
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + PI-Regler:

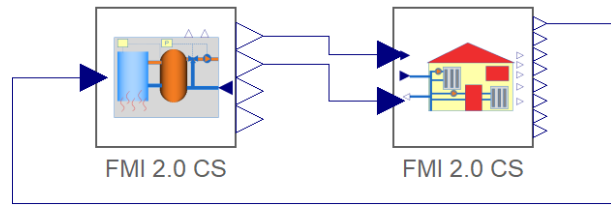


Simulation gekoppelter FMUs

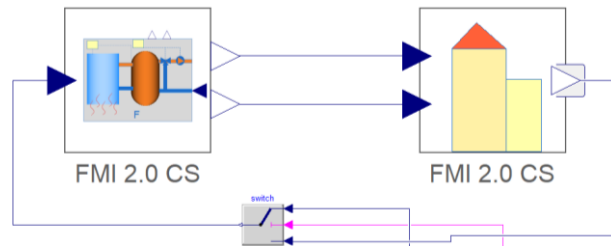
Übersicht

Demonstratoren

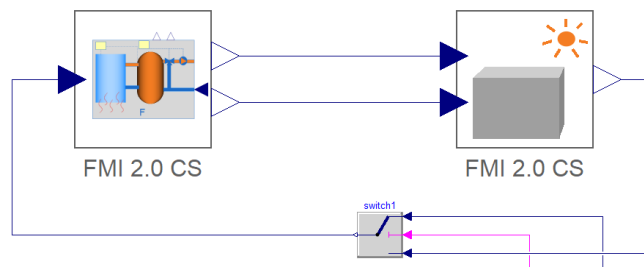
Reihenhaus:



Schule:



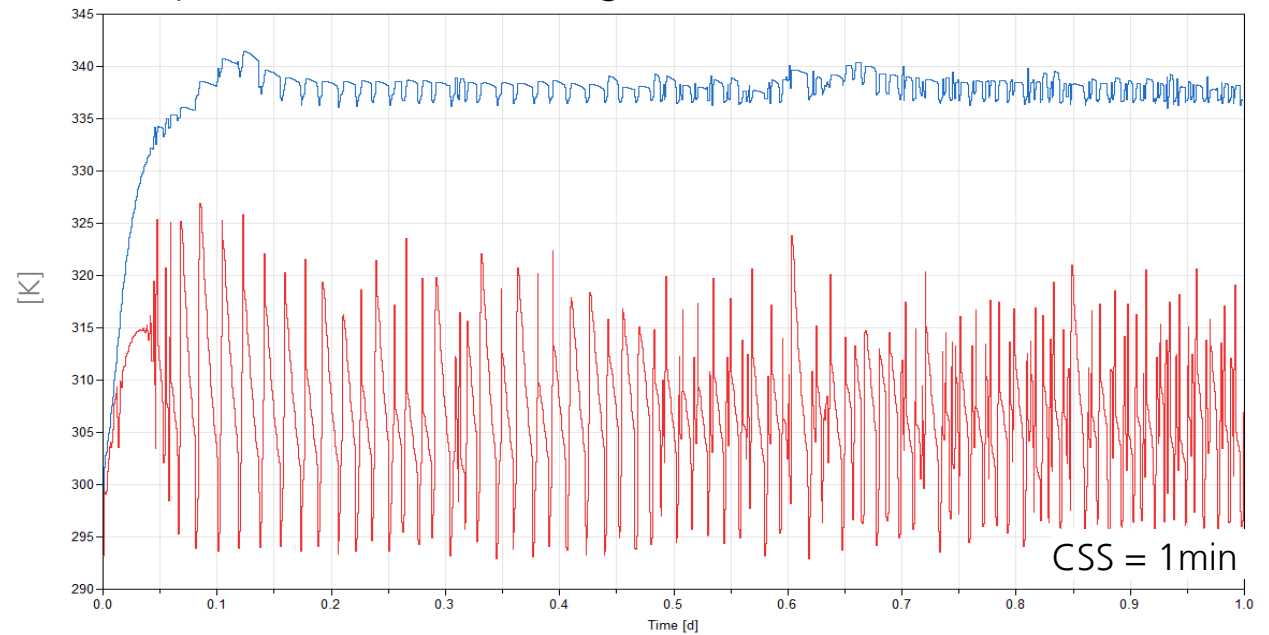
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + PI-Regler:

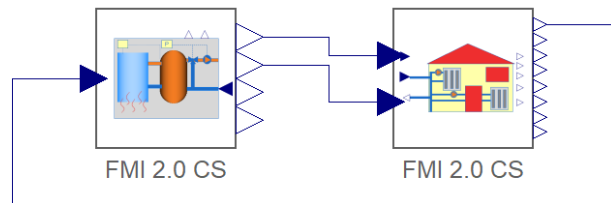


Simulation gekoppelter FMUs

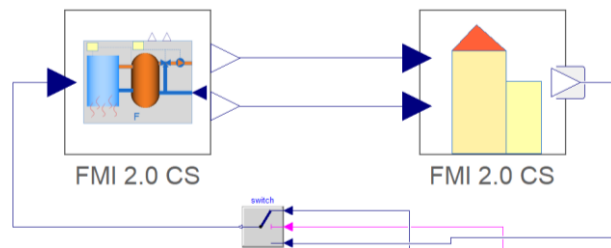
Übersicht

Demonstratoren

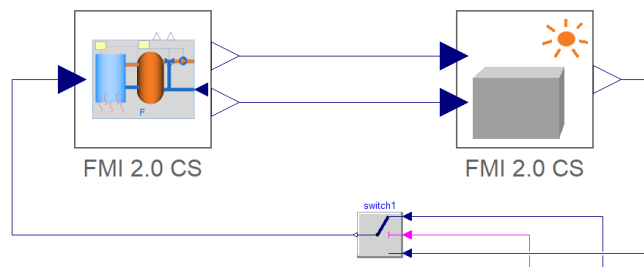
Reihenhaus:



Schule:



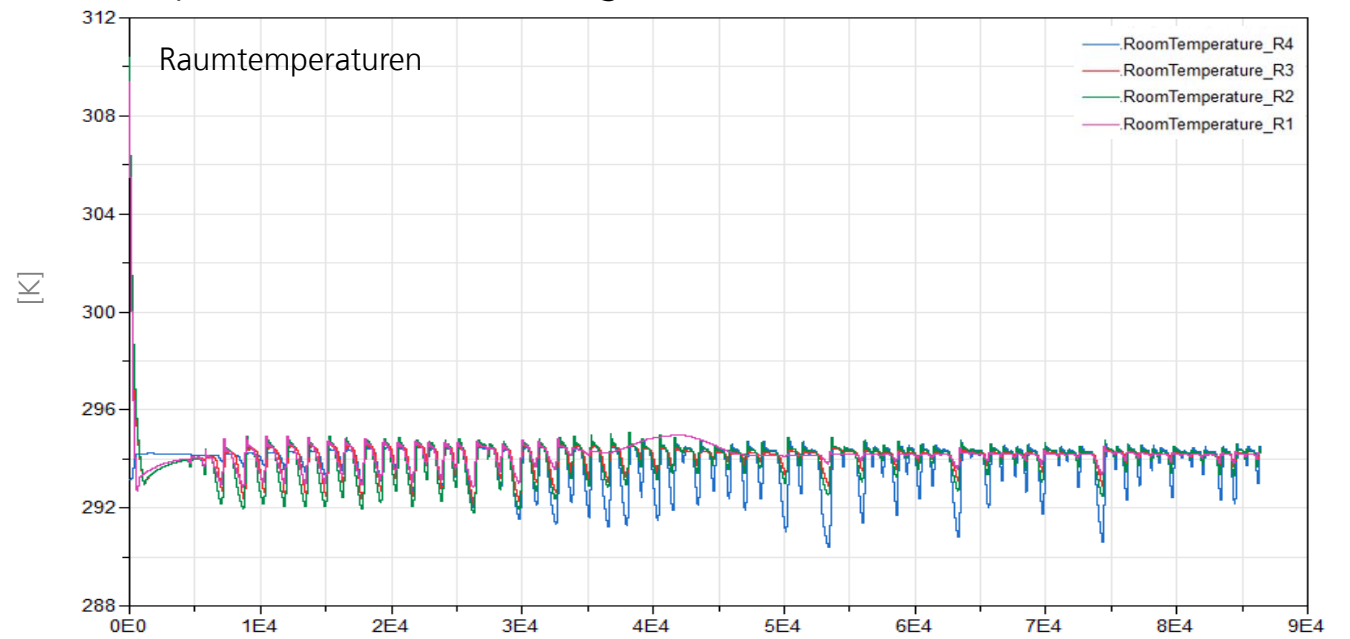
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + PI-Regler:

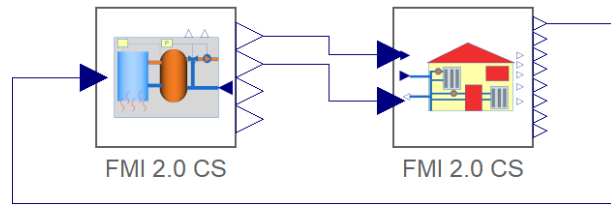


Simulation gekoppelter FMUs

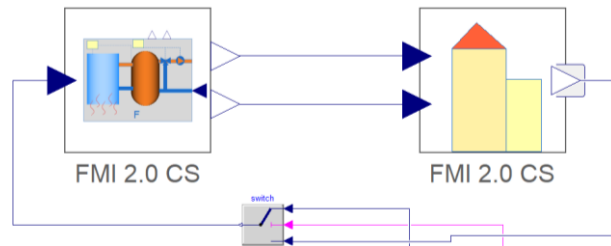
Übersicht

Demonstratoren

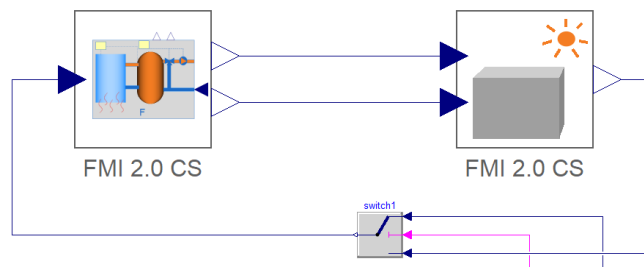
Reihenhaus:



Schule:



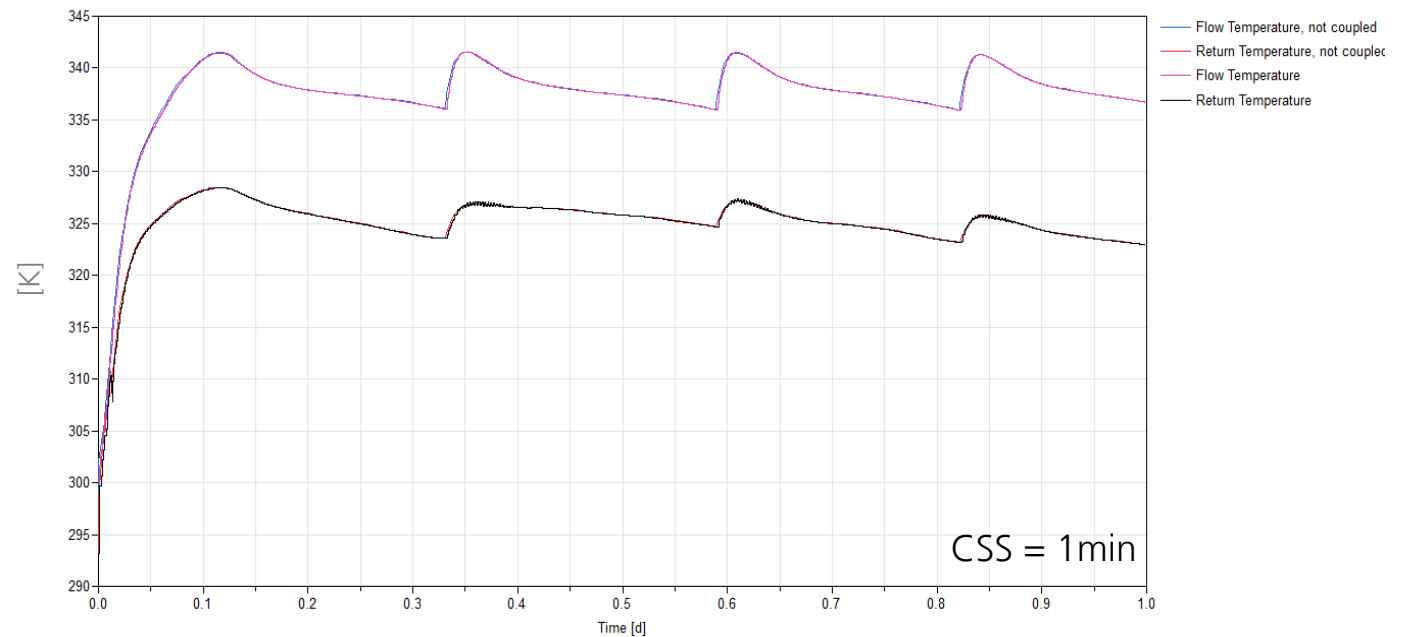
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + P-Regler:

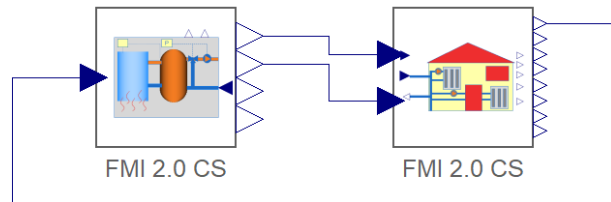


Simulation gekoppelter FMUs

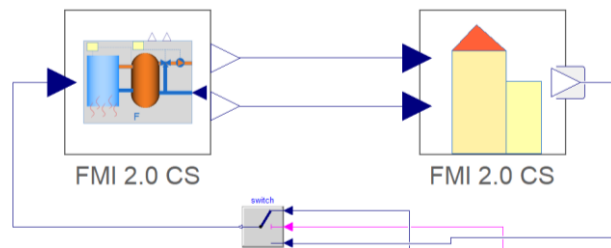
Übersicht

Demonstratoren

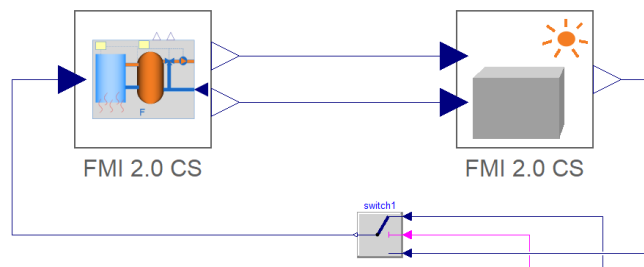
Reihenhaus:



Schule:



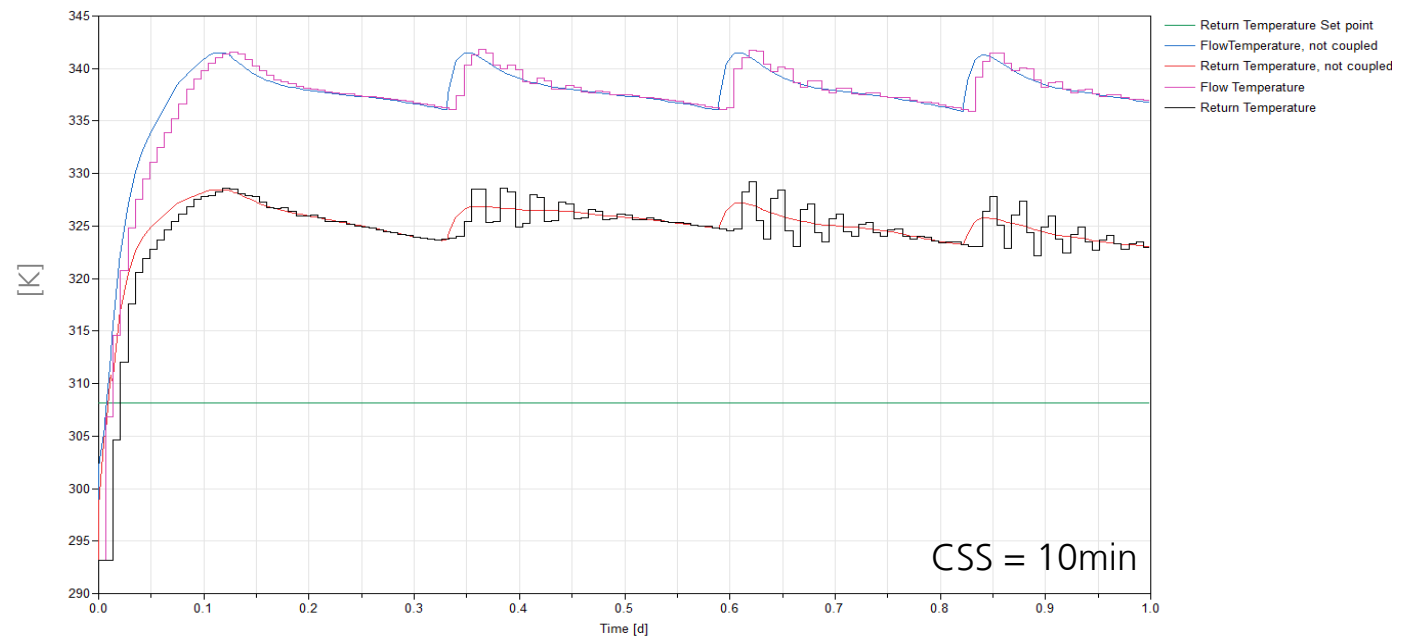
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + P-Regler:

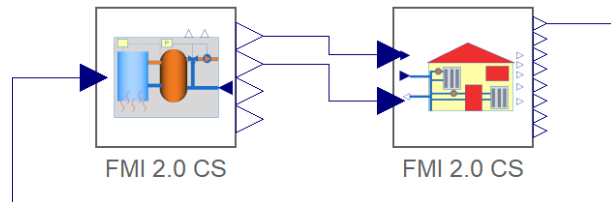


Simulation gekoppelter FMUs

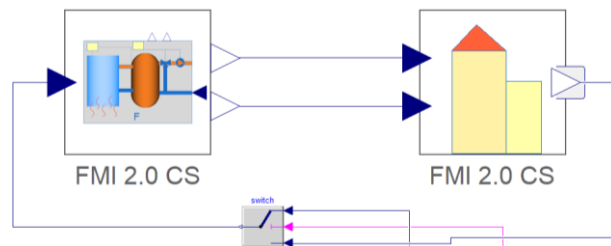
Übersicht

Demonstratoren

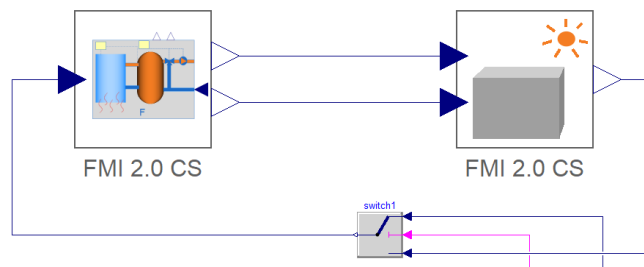
Reihenhaus:



Schule:



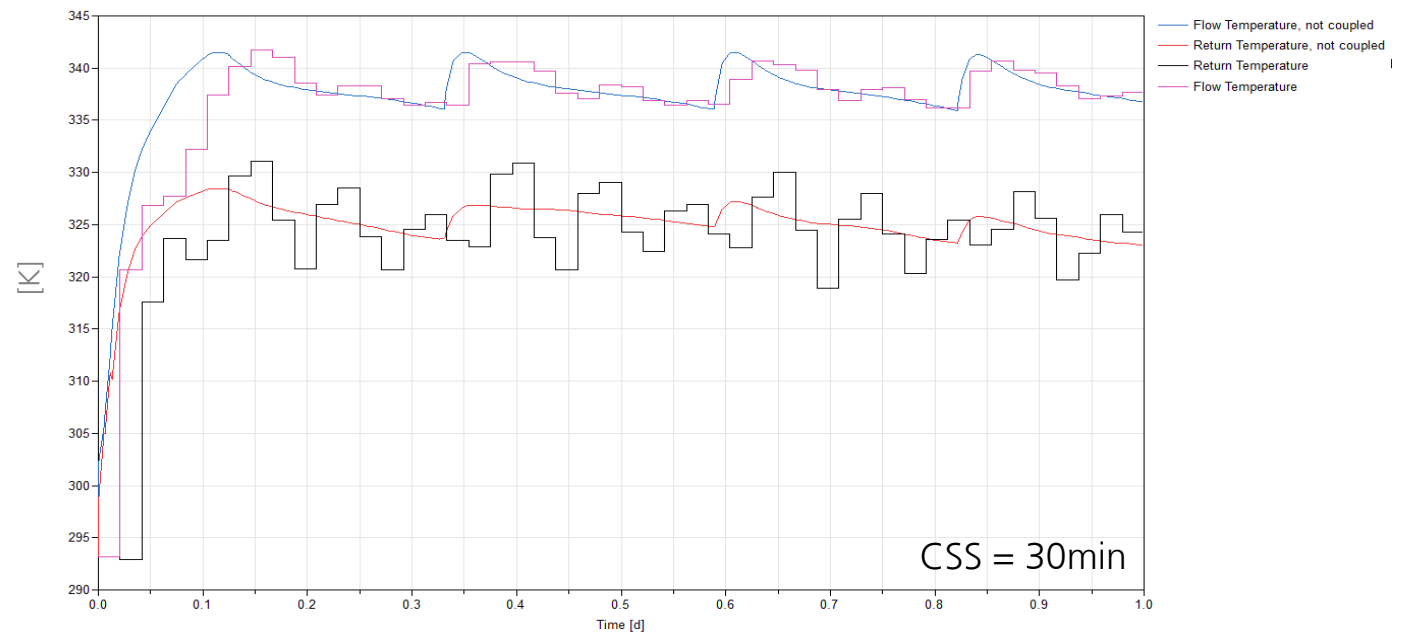
Büro:



Parameter:

- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + P-Regler:

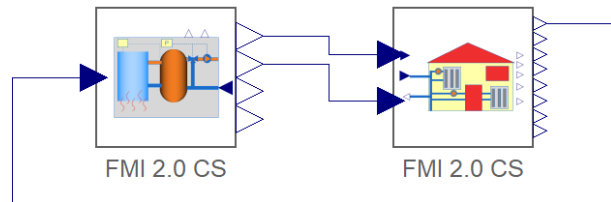


Simulation gekoppelter FMUs

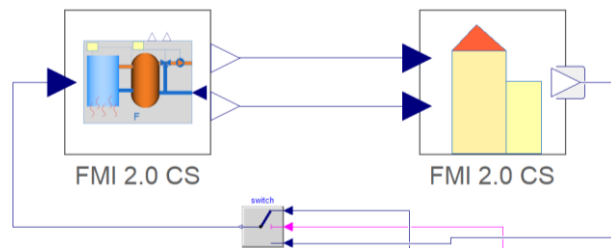
Übersicht

Demonstratoren

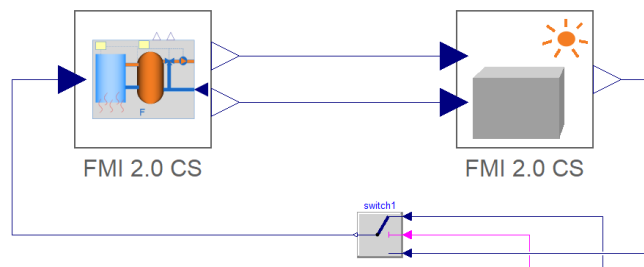
Reihenhaus:



Schule:



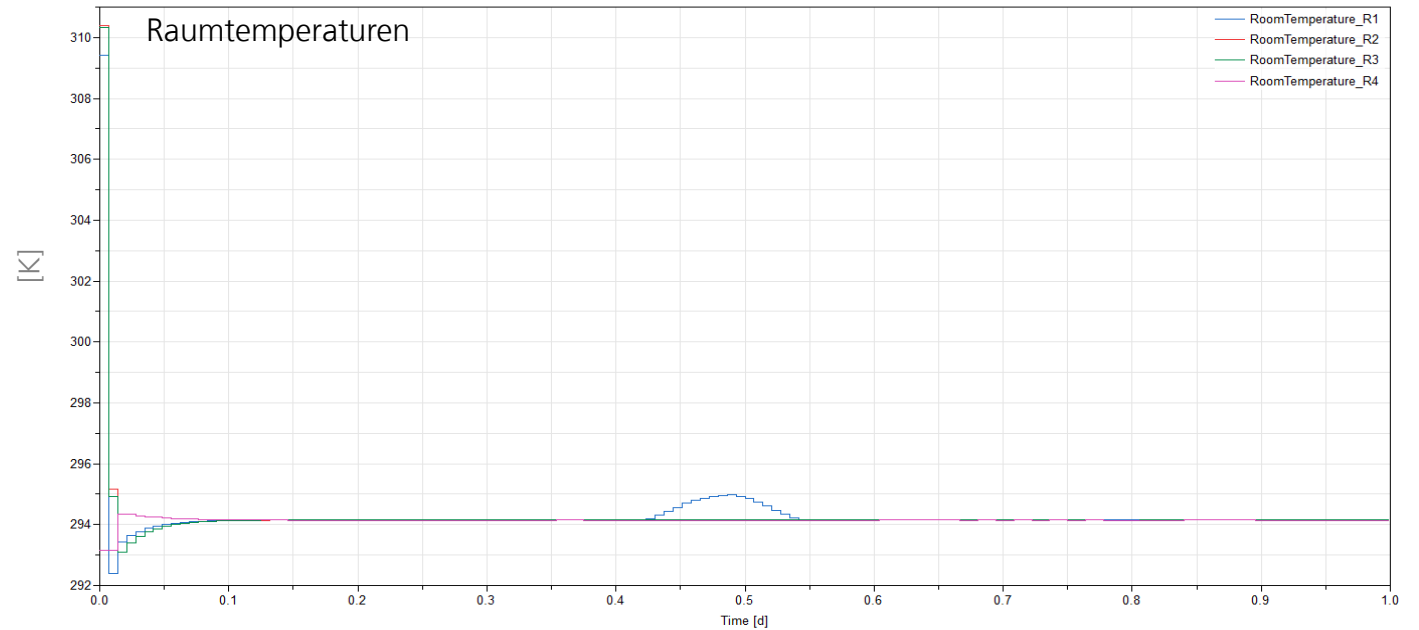
Büro:



Parameter:

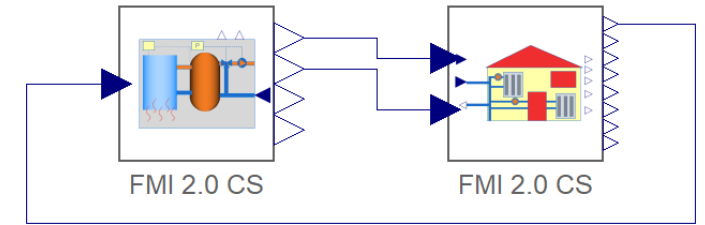
- FMU-spezifische Parameter: Kommunikationsschrittweite CSS

Beispiel Reihenhaus + P-Regler:

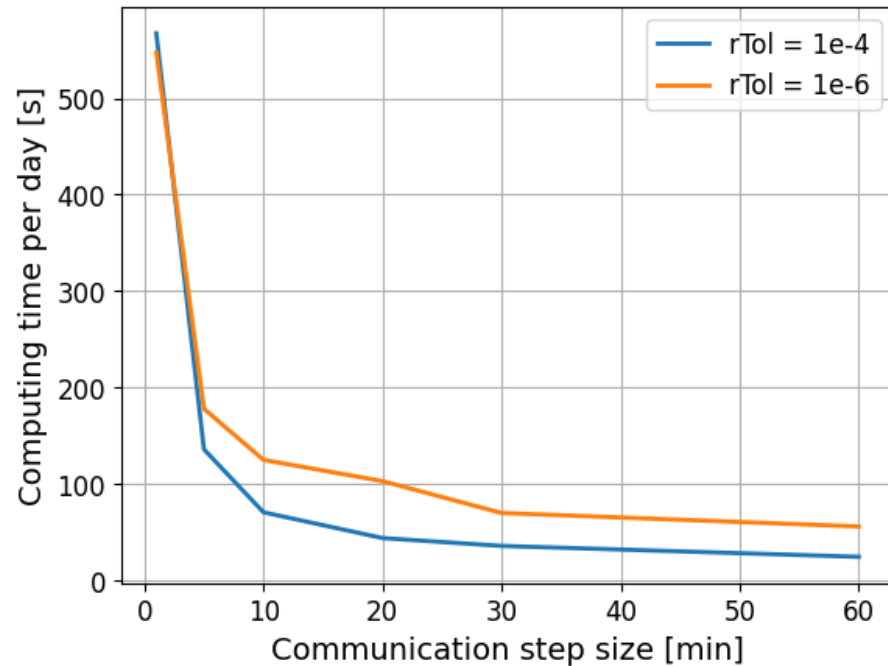


Simulation gekoppelter FMUs

Rechenzeit



Abhängigkeit zwischen Rechenzeit und CSS

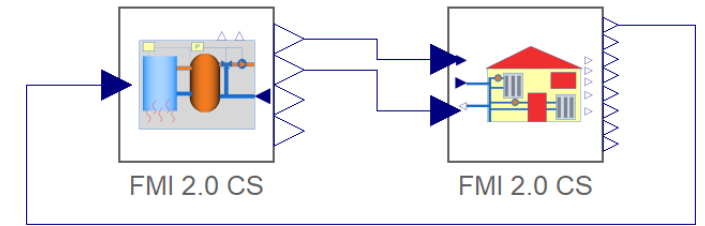


- rTol = 1e-6
- CSS=60min Time=56s
- CSS=10min Time=125s

- rTol = 1e-4
- CSS=60min Time=25s
- CSS=10min Time=70s

Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus

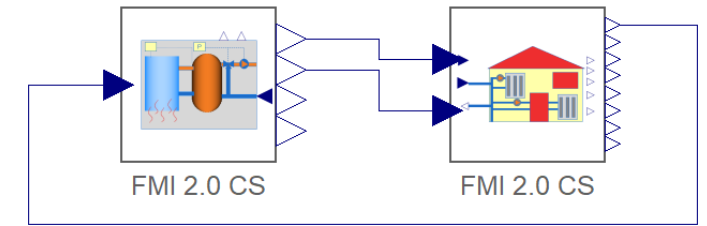


Jahressimulation



Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus



Jahressimulation



Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus, Schule, Büro

Weitere Kombinationen der Kopplung in Dymola

Nr	Anlage FMU	Gebäude FMU
1	Dymola (P, PI)	Dymola Reihenhaus
2	SimX (PI)	Dymola Reihenhaus
3	Dymola (P)	Nandrad Schule
4	Dymola (P)	Nandrad Büro
5	Dymola (P)	Nandrad Reihenhaus

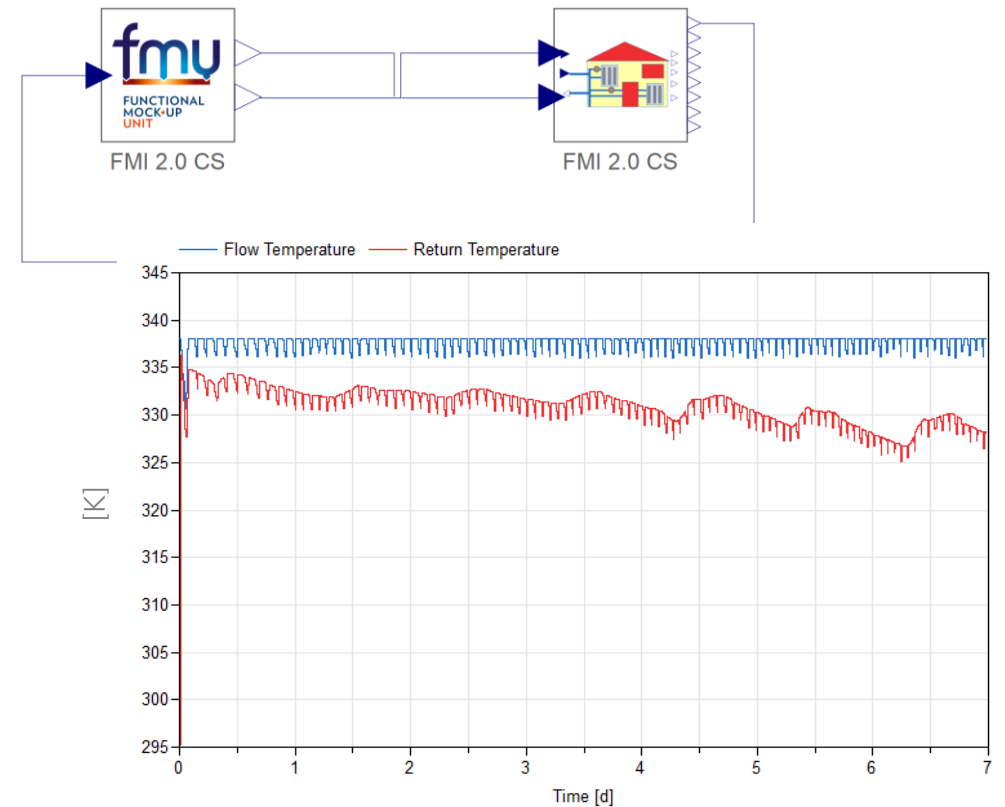
Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus, Schule, Büro

Weitere Kombinationen der Kopplung in Dymola

Nr	Anlage FMU	Gebäude FMU
1	Dymola (P, PI)	Dymola Reihenhaus
2	SimX (PI)	Dymola Reihenhaus
3	Dymola (P)	Nandrad Schule
4	Dymola (P)	Nandrad Büro
5	Dymola (P)	Nandrad Reihenhaus

Simulation von Nr. 2



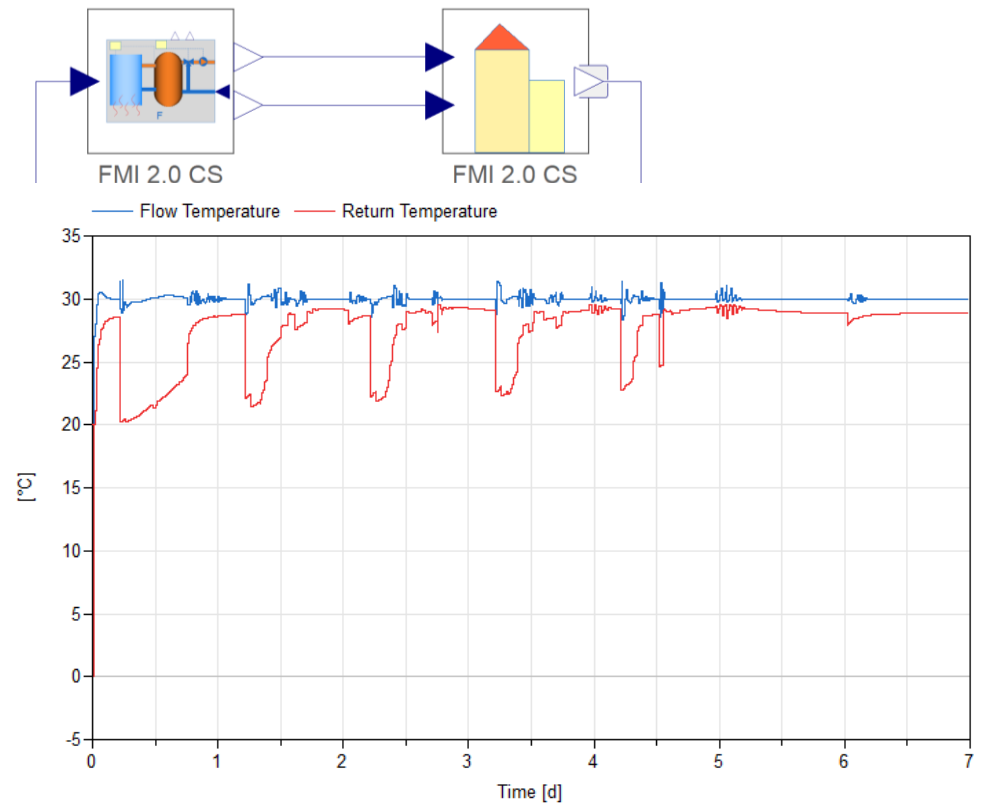
Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus, Schule, Büro

Weitere Kombinationen der Kopplung in Dymola

Nr	Anlage FMU	Gebäude FMU
1	Dymola (P, PI)	Dymola Reihenhaus
2	SimX (PI)	Dymola Reihenhaus
3	Dymola (P)	Nandrad Schule
4	Dymola (P)	Nandrad Büro
5	Dymola (P)	Nandrad Reihenhaus

Simulation von Nr. 3



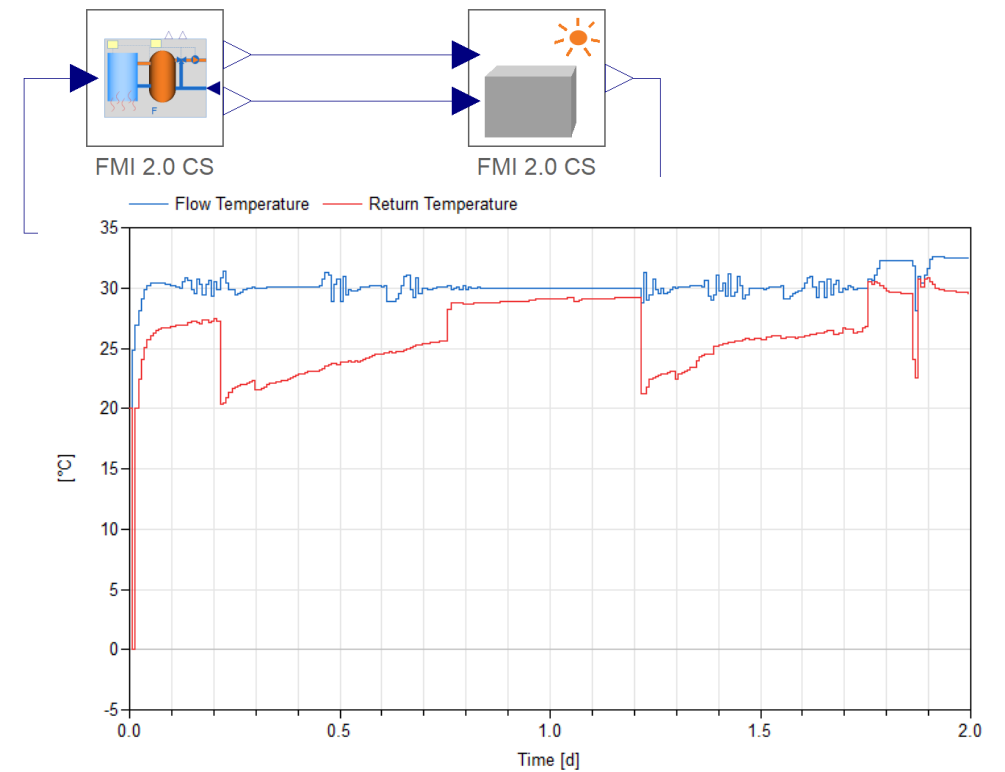
Simulation gekoppelter FMUs

Reihenhaus, Schule, Büro

Weitere Kombinationen der Kopplung in Dymola

Nr	Anlage FMU	Gebäude FMU
1	Dymola (P, PI)	Dymola Reihenhaus
2	SimX (PI)	Dymola Reihenhaus
3	Dymola (P)	Nandrad Schule
4	Dymola (P)	Nandrad Büro
5	Dymola (P)	Nandrad Reihenhaus

Simulation von Nr. 4



Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Master Dymola
- **Master FMPy**
- MasterSIM
- Master SimulationX
- Testmatrix
- Erkenntnisse

Simulation gekoppelter FMUs in Python

Simulation von FMUs in Python:

- Nutzung des FMpy-Package
- Für P1-B1-Kopplung (auch für andere Kopplungsstellen nutzbar):
 - Definiere: gekoppelte Ein- und Ausgangspaare zweier FMUs
 - Funktion: `run_coupled_simulation(start_time, stop_time, communication_stepsize)`
- Konkret:
 - Initialisiere P1 und B1
 - Simuliere einen Schritt (Kommunikationsschrittweite)
 - Lese Ausgänge von P1 und B1
 - Setze jeweils die Eingänge von P1 und B1
 - Simuliere den nächsten Schritt

```
def run_coupled_simulation(self, start_time, stop_time, communication_stepsize,
                          pi_input0: list, bi_input0: list,
                          tolerance=None):
    # check experiment: start and stop time valid?
    self.pi_fmu.check_experiment(start_time, stop_time)
    self.bi_fmu.check_experiment(start_time, stop_time)

    # instantiate fmus, set experiment
    self.pi_fmu.instantiate_fmu_slave()
    self.pi_fmu.set_experiment(start_time=start_time,
                              stop_time=stop_time,
                              param=self.pi_param,
                              input_t0=pi_input0,
                              tolerance=tolerance)

    self.bi_fmu.instantiate_fmu_slave()
    self.bi_fmu.set_experiment(start_time=start_time,
                              stop_time=stop_time,
                              param=self.bi_param,
                              input_t0=bi_input0,
                              tolerance=tolerance)

    # create recorders to save values:
    pi_recorder = self.pi_fmu.get_recorder([start_time, stop_time], self.PI_Output,
                                           dt=communication_stepsize)
    bi_recorder = self.bi_fmu.get_recorder([start_time, stop_time], self.BI_Output,
                                           dt=communication_stepsize)

    # after set experiment -> do experiment
    # start time: get first result
    pi_recorder.sample(start_time)
    bi_recorder.sample(start_time)

    # check computing time
    comput_time = time.time()
    t = start_time
    while t < stop_time:
        # set first input corresponding to last values of outputs
        self.set_inputs(pi_recorder.result()[1], bi_recorder.result()[1])

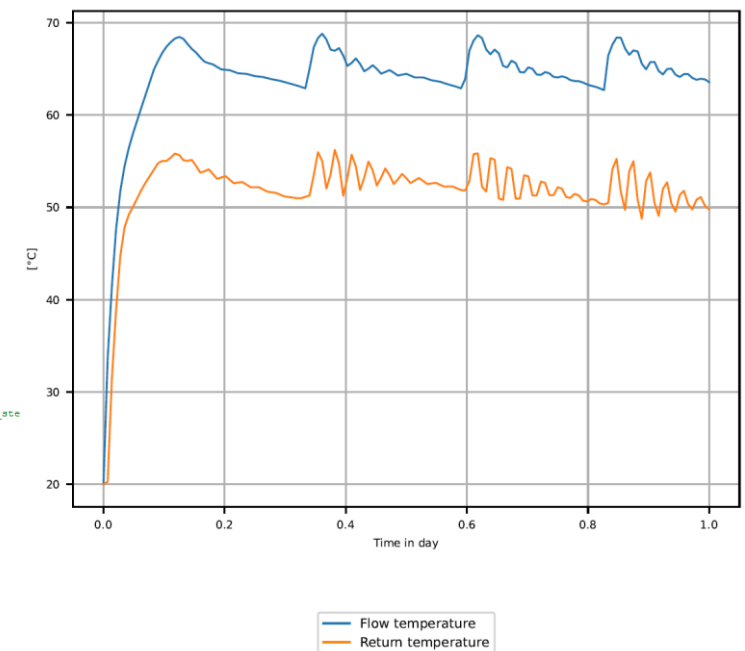
        # do a communication step at time = time, until time = time + communication_stepsize
        self.pi_fmu.doStep(currentCommunicationPoint=t,
                           communicationStepSize=communication_stepsize)
        self.bi_fmu.doStep(currentCommunicationPoint=t,
                           communicationStepSize=communication_stepsize)
        t += communication_stepsize

        # save the result
        pi_recorder.sample(t)
        bi_recorder.sample(t)

    # terminate the simulation process:
    self.pi_fmu.close_fmu_slave()
    self.bi_fmu.close_fmu_slave()

    comput_time = time.time() - comput_time
    logging.info("Computing time for coupled simulation is: %s", comput_time)
    return pi_recorder.result(), bi_recorder.result()
```

- Simulation Reihenhaut mit P-Regler



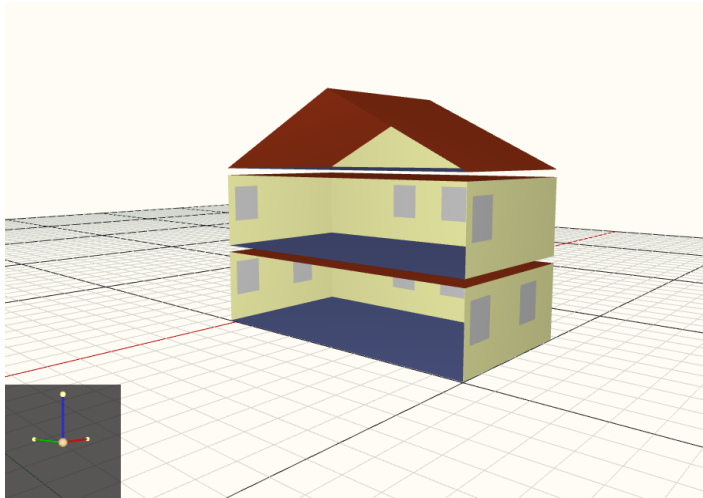
Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

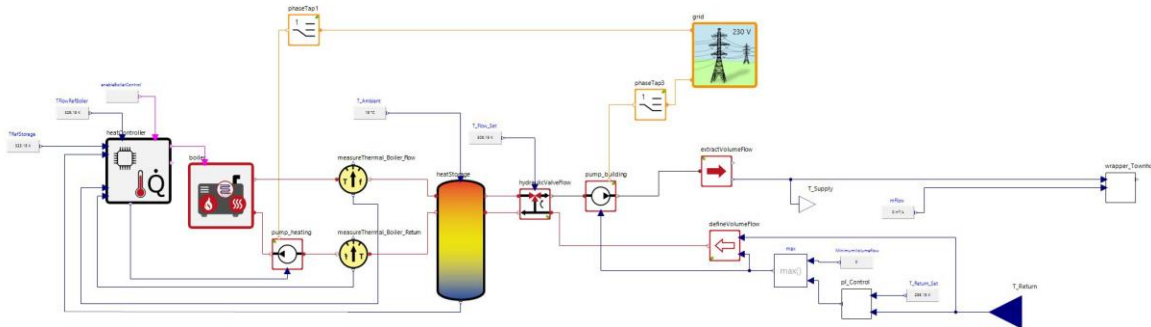
13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Master Dymola
- Master FMPy
- **MasterSIM**
- Master SimulationX
- Testmatrix
- Erkenntnisse

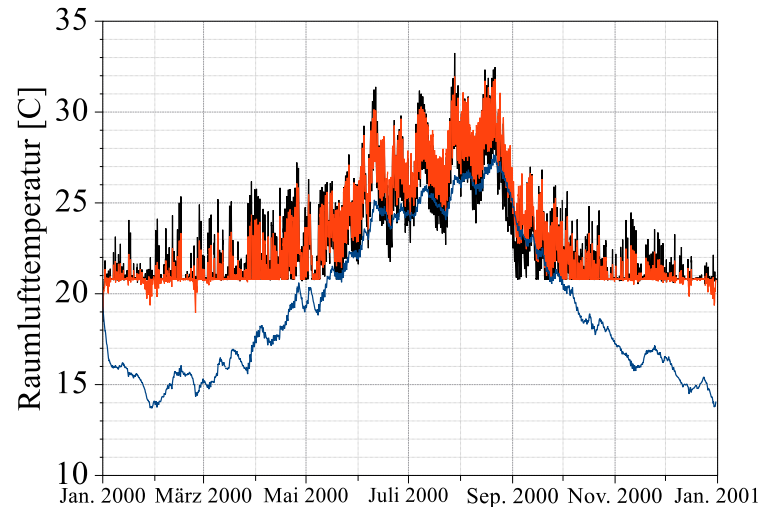
Pilot 1 (Townhouse) + Gasheizungsanlage



- Gebäude: Parametrisierung mit idealen Hezelementen (LOD1), Heizschlangen (LOD2) und hydraulischem Verteilkreislauf (LOD3)
- Erzeuger: Gasheizungsanlage
- Konstante Heiz-Setpointtemperatur
- Konstante Setpointtemperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf
- Simulationstest: Bestimmung der ausreichenden Kesselleistung und Wassermenge



Pilot 1 (Townhouse) + Gasheizungsanlage



■ Erdgeschoss ■ Obergeschoss ■ Dachgeschoss

DETAIL	KESSELLEISTUNG	VOLUMENSTROM
LOD1	11kW	-
LOD2	8kW	-
LOD3	7kW	0.0002m ³ / s

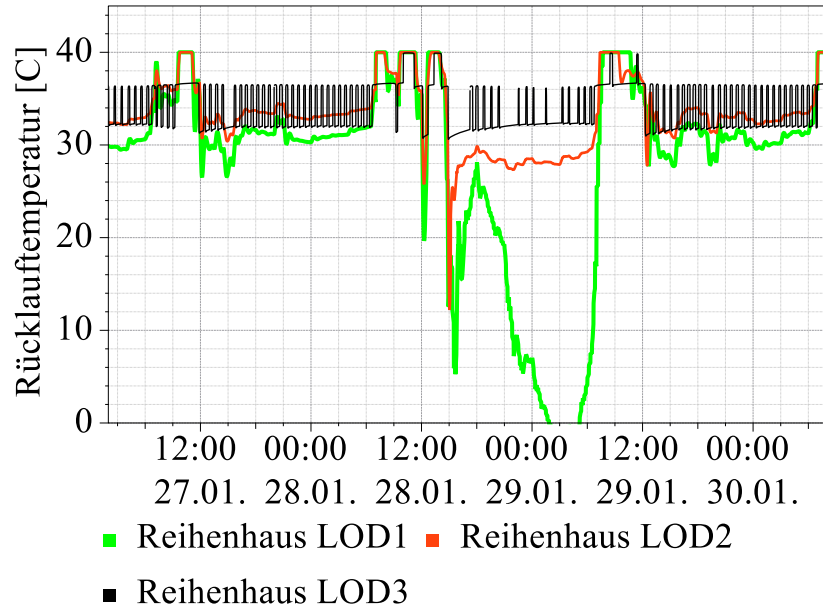
Simulationsperformance:

- Geringe Sensibilität gegenüber der Kommunikationsschrittweite von (10 – 30 Minuten zulässig)
- gekoppelte Simulation stabil
- Realistische Rechenzeiten auch für größere Gebäude absehbar

Simulationsergebnisse:

- Setpoints werden für alle Fälle erreicht
- Geschätzte Auslegungsparameter variieren signifikant zwischen LOD1, LOD2 und LOD3

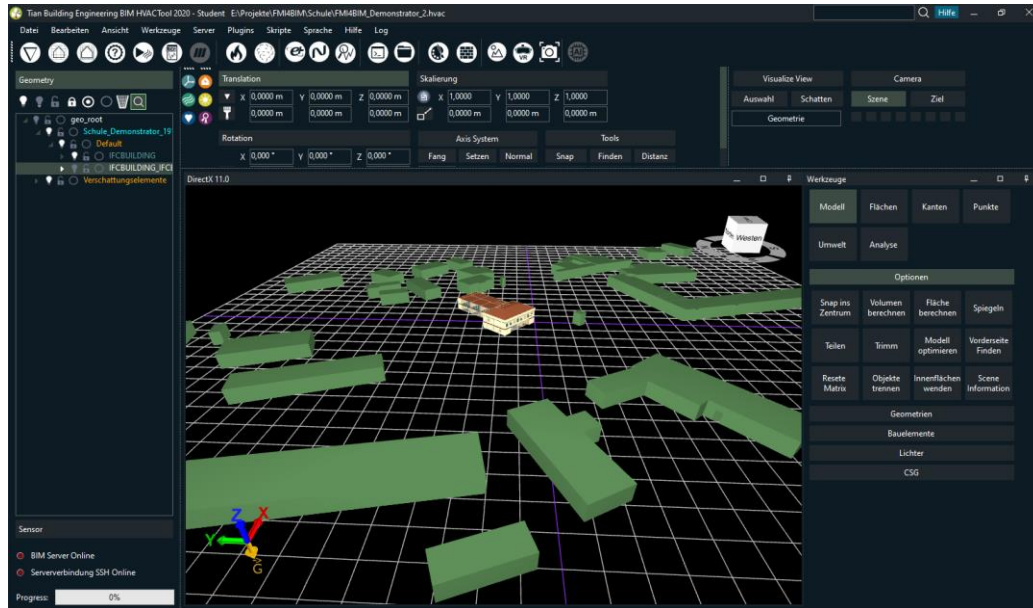
Pilot 1 (Townhouse) + Gasheizungsanlage



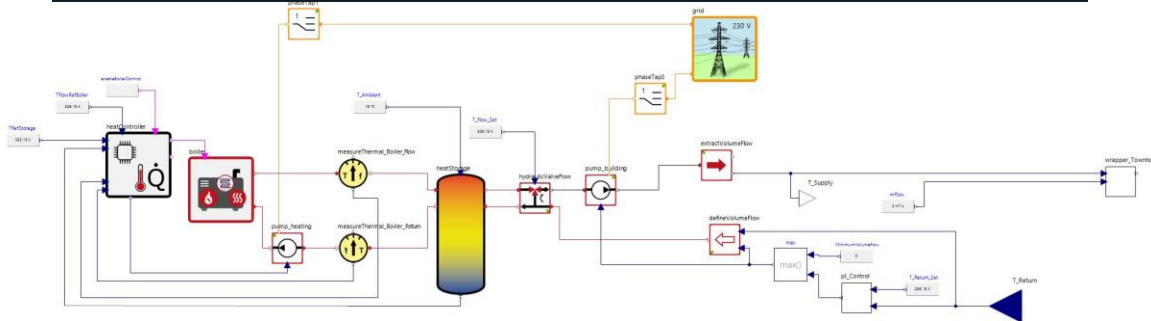
Detailanalyse:

- Nutzung der Leistungsdaten von LOD3
- Effekte der Wärmespeicherfähigkeit im Fluid in LOD3:
Temperaturschwingungen mit Periode der Verweilzeitdauer
- In LOD1 und LOD2 temporär Absturz von der Rücklauftemperatur aufgrund überschätzter Heizleistung
- Destabilisierung des Temperaturregimes: niedrige Rücklauftemperaturen verursachen verringerte Vorlauftemperaturen bei zu geringer Kesselleistung
- Folge: Kesselleistung wird in LOD1 und LOD2 zu hoch eingeschätzt

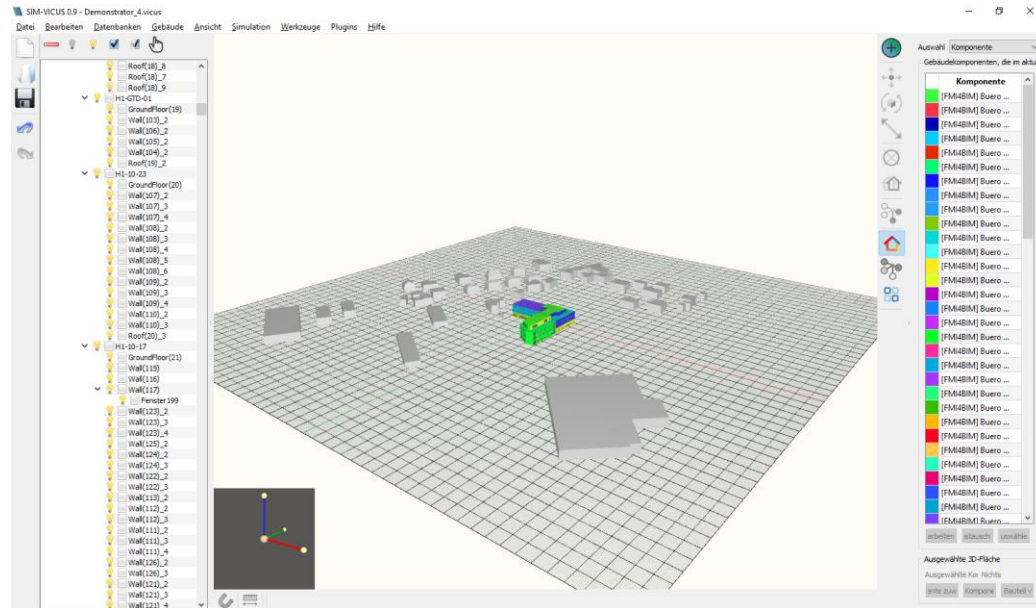
Pilot 2 (Schule) + Gasheizungsanlage



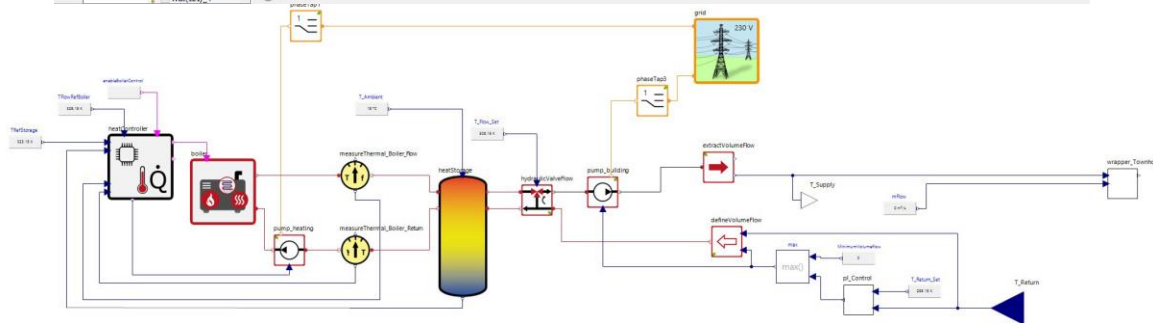
- Gebäude: Parametrisierung mit idealen Heizelementen (LOD1), Heizschlangen (LOD2) und hydraulischem Verteilkreislauf (LOD3)
- Erzeuger: Gasheizungsanlage
- Manuelle Bearbeitung des Netzwerkes der Gebäude-FMU
- Erprobung Schnittstellen (FMI4Practice, Integrierte Pumpe, Isolierte Pumpe)



Pilot 3 (Bürogebäude) + Gasheizungsanlage



- Gebäude: Parametrisierung mit hydraulischem Verteilkreislauf (LOD3)
- Erzeuger: Gasheizungsanlage
- Abschnitt 1 (Bestand) mit Daten von INNIUS parametrisiert, Abschnitt 2/3 nach DIN V 18599
- Simulationstest: läuft stabil, aber enorme Simulationszeit (7d Realzeit = 5 h Simulationszeit)



Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

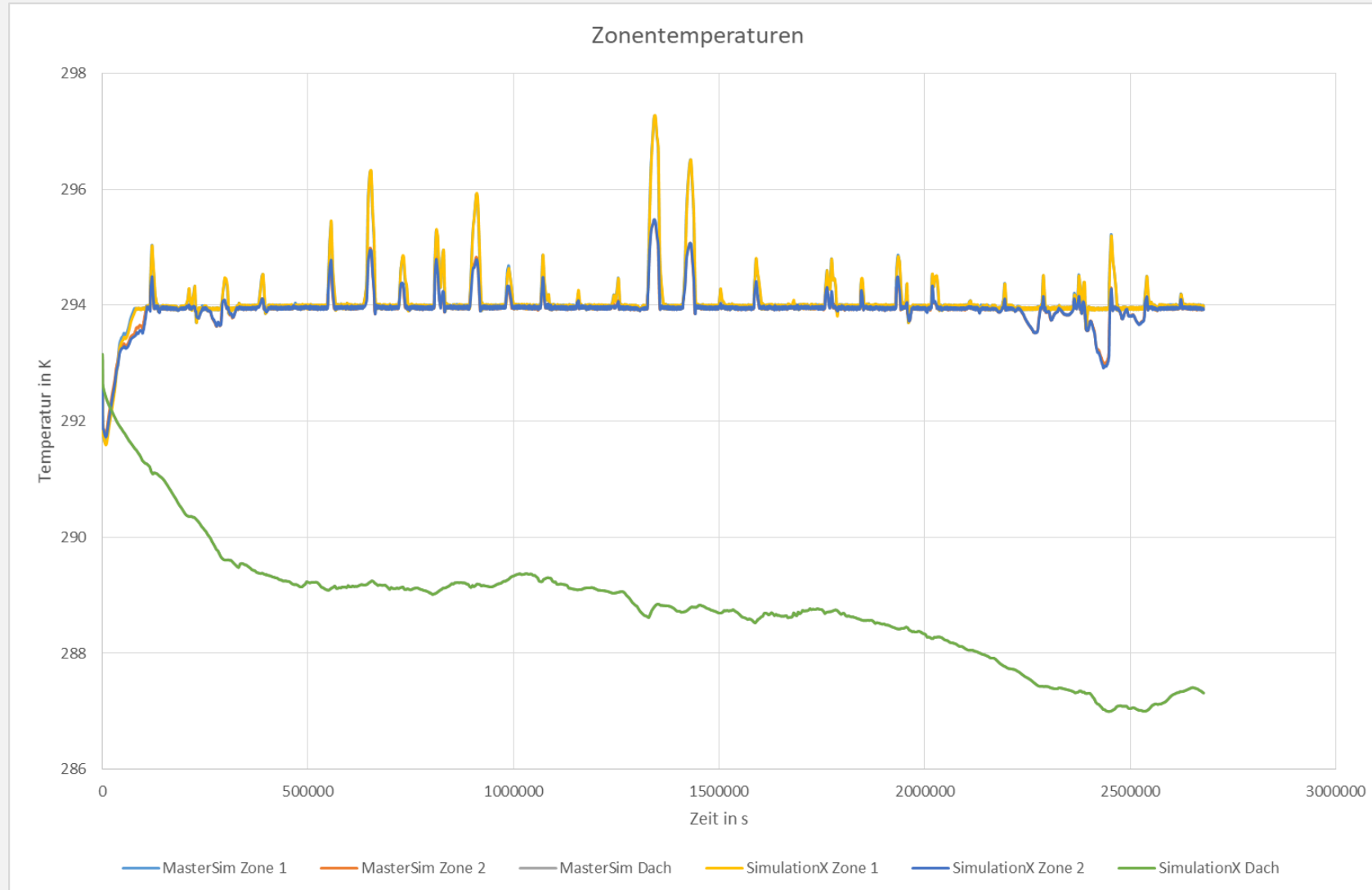
13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

- Master Dymola
- Master FMPy
- MasterSIM
- **Master SimulationX**
- **Testmatrix**
- **Erkenntnisse**

Testmatrix

		Umgebung	MasterAlgorithm	Solver Master	Solverparameter Master	Simulationsmaster
		Bsp.-Werte	Explicit/Explicit Parallel	CVODE/BDF/...	Max./Min. Schrittweite, Fehlertoleranz,...	SimulationX/MasterSim/...
Kopplung	Bsp.-Werte					
Schrittweite	10s/60s/...					
Regelungsart	P/PI/PI mit AWU/...					
Regelungsparameter	VL-Soll, RL-Soll, P-Wert, I-Wert,...					
Gebäude-FMU	Nanrad/SimX, LoD,...					
Anlagen-FMU	Boiler/WP/BHKW/...					
Kopplungsvariante	V1...V6					

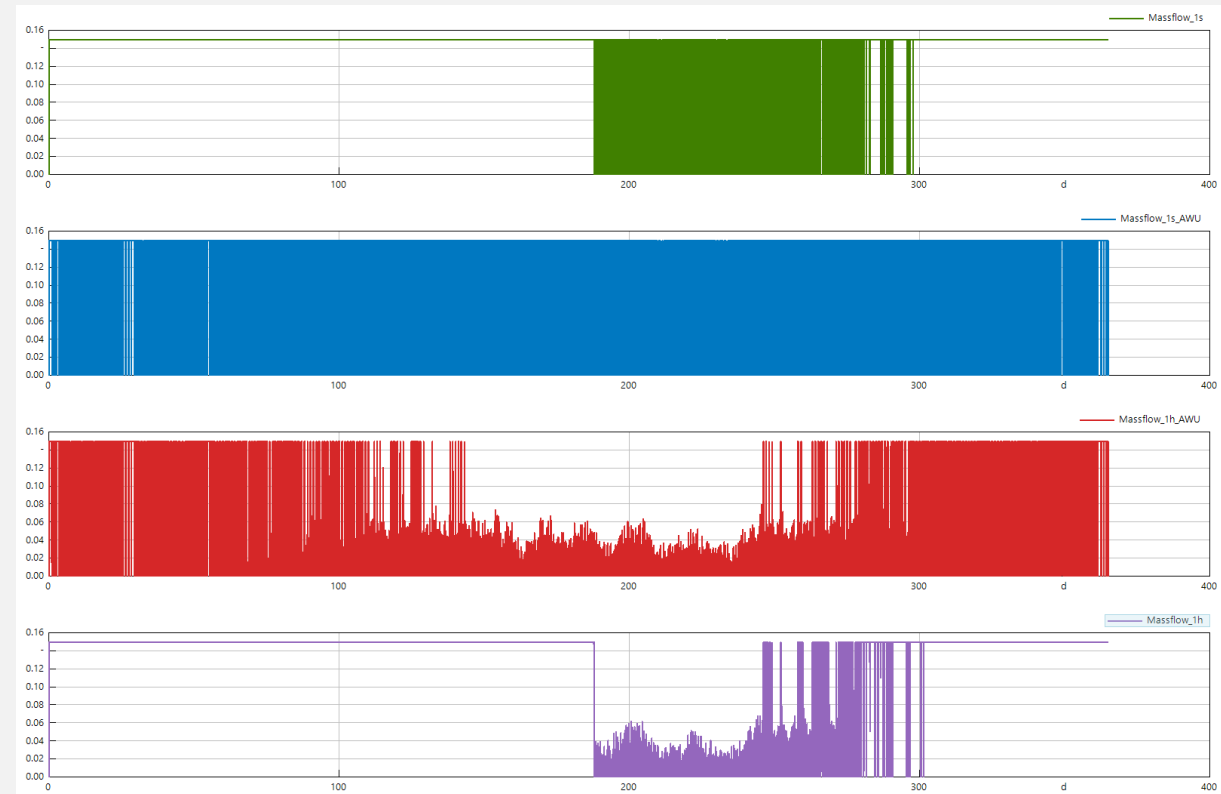
Vergleich SimulationX und MasterSim



- Bei gleichen Einstellungen auch identische Ergebnisse → durch FMUs ist Master-Unabhängigkeit sichergestellt
- Einstellungen im Simulationsmaster haben erwarteten Einfluss auf die Simulationsperformance

Vergleich Regelungen

- Regelung beeinflusst das Simulationsergebnis über den Massestrom deutlich, auch wenn Raumtemperatur durch Trägheit deutlich weniger reagiert
- Regelungstechnische Grundsätze sind zu beachten
- Einbindung von speziellen Regelungen über Schnittstellen mit Regelungsbausteinen möglich und sinnvoll



Vergleich Kopplungsschrittweiten

- Simulationsergebnisse nur mit minimalen Abweichungen
- Simulationsperformance deutlich beeinflusst
- Simulationszeit für Jahressimulation des Townhouse

Austauschschrittweite	Simulationszeit [s]
10 Sekunden	394
10 Minuten	113
30 Minuten	98

Workflow – Koppeltests

Zusammenfassung

- Koppeltests können mit unterschiedlichen „Mastern“ durchgeführt werden
- Unterschiedliche Koppelvarianten wurden analysiert
- hydraulische Verteilungsberechnung mit Massestromvorgabe ist schwierig -> Zusatzmodellierung nötig
- Austausch von Anlagen-FMUs erfolgreich demonstriert
- Kopplung mit vertretbaren Kommunikationsschrittweiten gut durchführbar

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

Ergebnisaufbereitung

Vorgehen

- Ermittlung sinnvoller KPI
- Abbildbarkeit im IFC
- Übelegungen zur Plausibilisierbarkeit/Nachvollziehbarkeit
- Prototyp

Ergebnisaufbereitung

KPI auf Gebäudeebene

Quellen für Anforderungen

- GEG
- QNG, DGNB, ...
- Bauherr

Lebenszyklus-Phase

- Errichtung (Gebäude, Anlage)
- Betrieb (Anlage)
- Rückbau (Gebäude, Anlage)

Kennwerte

- Endenergieverbrauch
- Primärenergieverbrauch (nicht erneuerbar)
- Treibhausgasemissionen bes. CO₂
- Kosten

Ergebnisaufbereitung

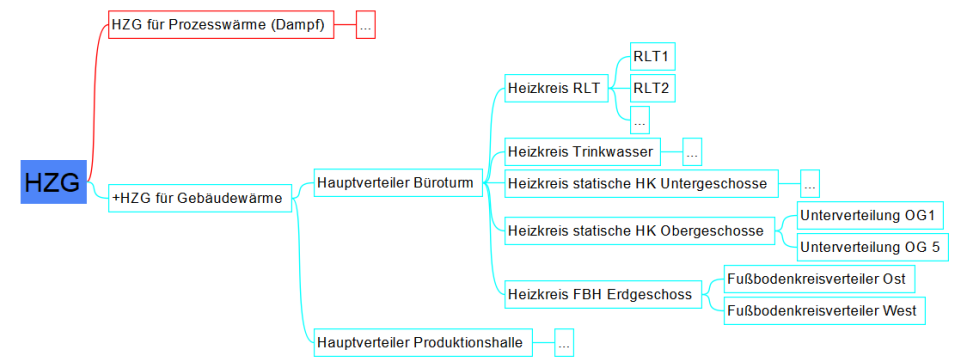
Abbildung von Energieverbräuchen im IFC

- Bilanzierung (Endenergie, Primärenergie, CO2) ist auf Gebäudeebene vorgeschrieben → Abbildung an Entität IfcBuilding (gelb)
- Für Nachvollziehbarkeit & Auswertung:
 - Aufschlüsselung auf (Teil)Systeme
 - ifcDistributionSystem
 - ifcSystem können verschachtelt sein -> nutzen
 - Auf jeder Ebene kann eine Zuordnung zur ifcSpatialStructure erfolgen
 - Alles unterhalb Gebäudeebene ist nur informativ (ansonsten Gefahr Doppelbilanzierung)

Räumliche Struktur im IFC (IfcRelAggregates)

IfcSpatialStructureElement	CompositionType	Name (eindeutig)
IfcSite ¹	COMPLEX	Gewerbegebiet Süd
	ELEMENT	Flurstück 234/3344
	PARTIAL	Baufeld 1
	PARTIAL	Baufeld 1 Teil 1
IfcBuilding ²	COMPLEX	Neubau medizinisches Zentrum
	ELEMENT	Bürogebäude
	PARTIAL	Nordturm
IfcBuildingStorey ³	COMPLEX	Untergeschosse
	ELEMENT	UG1
	PARTIAL	Nordbereich
IfcSpace	COMPLEX	Technikkern
	COMPLEX	HLK
	ELEMENT ⁴	Lüftungszentrale
	PARTIAL	Aufstellfläche RLT1

Anlagenstruktur im IFC



Workflow – Ergebnisaufbereitung

Zusammenfassung

- Sinnvolle Entität je nach Szenario
- Ergebnisaggregation auf Gebäudeebene immer sinnvoll
- Zur Ergebnisinterpretation Aufgliederung der Ergebnisse nach räumlicher und/oder Anlagenstruktur sinnvoll
- Anlagenstruktur im IFC aber oft nicht vorhanden
- Parametersätze müssen projektspezifisch definiert werden (wie auch bei Inputparametern)

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0 – siehe extra Foliensatz
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Vorträge Tag 1

13:00	Begrüßung, Vorstellung von Projekt und Partnern
	Vorstellung der Demonstratoren
	Simulationsszenarien
13:30	<u>Workflow</u>
	Anforderungen an IFC-Modelle
	Toolchains
	Erstellung von FMUs
	Gekoppelte Simulationen
	Ergebnisaufbereitung
17:30	FMI 3.0
18:15	Zusammenfassung, Ausblick

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Details können in den Veröffentlichungen nachgelesen werden

Vorstellung der Demonstratoren	Abschlussbericht AP6 „Demonstratoren“
Simulationsszenarien	Abschlussbericht AP1 „Anforderungsanalyse“ Eckstädt et. al BauSIM 2020: https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/b7bb155c-a0e1-45df-98b5-7169cc47574b
Anforderungen an IFC-Modelle	Abschlussbericht AP4 „BIM“
Toolchains	Abschlussbericht AP4 „BIM“ Schwan et. al Modelica 2021: https://doi.org/10.3384/ecp21181383 Eckstädt et. al BauSIM 2022: Eckstädt EG-ICE 2021: https://doi.org/10.14279/depositonce-12021 Manotas 2021: https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/f230ef89-b985-43fb-9ec5-75f710578e65 Urbanski 2021: https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/59047ed9-464c-4e23-928a-c78016e69689 Khalili 2021: Borchert 2021:
Erstellung von FMUs	Abschlussbericht AP2 „Schnittstellen“ Abschlussbericht AP3 „Modelle“ Abschlussbericht AP5 „FMI“ Junghanns, Blochwitz et. al Modelica 2021: https://doi.org/10.3384/ecp2118117 Schäfer 2022: https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/d1560655-ca6c-42fa-8ef6-40994fbf01b6/details
Gekoppelte Simulationen	Abschlussbericht AP5 „FMI“ Paepcke et. al BauSIM 2022:
Ergebnisaufbereitung	Abschlussbericht AP4 „BIM“
FMI 3.0	Abschlussbericht AP5 „FMI“

Links zu den derzeit noch nicht veröffentlichten Dokumenten
werden auf der Projektwebsite nachgepflegt:

<https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/leben-gesundheit/fmi4bim.html>

Abschlussworkshop FMI4BIM & ARCHE

Danksagung an den Fördermittelgeber

Förderzeitraum: 01/2019-09/2022

Förderkennzeichen: 03ET1603A-03ET1603E

Zuwendungsgeber: BMWK

Projektträger: Forschungszentrum Jülich GmbH



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Elisabeth Eckstädt

Tel. +49 351 45691-381

elisabeth.eckstaedt@eas.iis.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Chenzi Huang

Tel. +49 351 45691-382

chenzi.huang@eas.iis.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. André Schneider

Tel. +49 351 45691-367

andre.schneider@eas.iis.fraunhofer.de

Abteilung Automatisierungs- und Regelungssysteme

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS

Münchner Straße 16

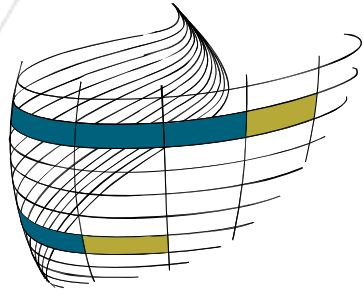
01187 Dresden

www.eas.iis.fraunhofer.de

Abschlussworkshop FMI4BIM

26.09.2022, Martin Leuschke, Alexander Hentschel
EA Systems Dresden GmbH





INNIUS[®] GTD

FMI4BIM

Abschlussworkshop am 26.09.2022

Claudia Liersch
Falk Schumann
Danny Borchert

Institut für Bauklimatik, Fakultät Architektur

Abschlussworkshop FMI4BIM

Dr.-Ing. Anne Paepcke
René Hoch

Dresden, 26. September, 2022