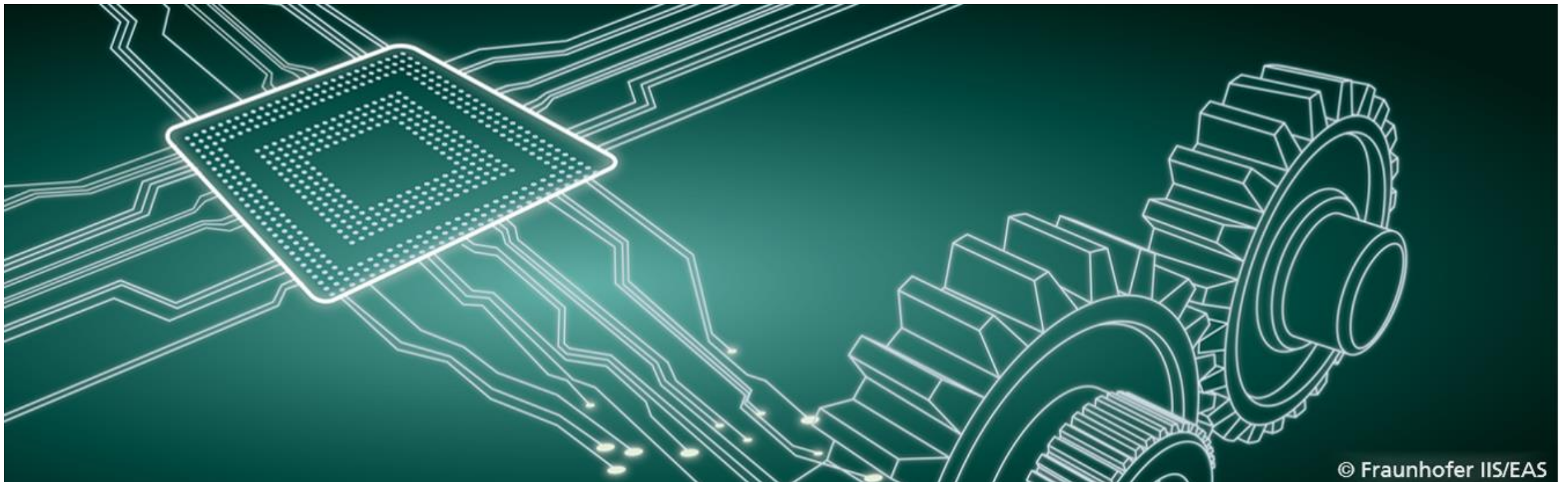


„SEMANTISCHE TECHNOLOGIEN FÜR DAS MONITORING DES TGA-BETRIEBS: HERAUSFORDERUNGEN UND ANSÄTZE “

Andreas Wilde, Hervé Pruvost
Fraunhofer IIS EAS, Dresden

Workshop »BIM-basierte Gebäude- und Anlagensimulation als Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs im Bausektor«
27. September 2022



© Fraunhofer IIS/EAS

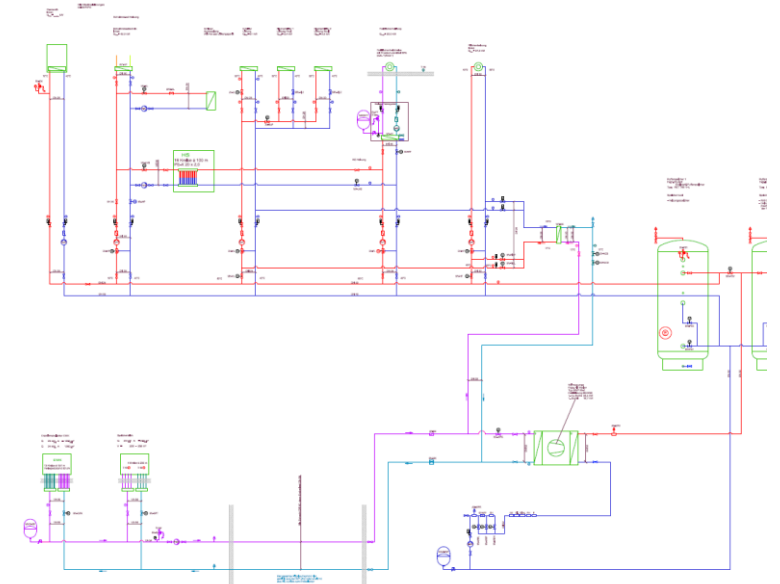
Motivation

Problem:

- Moderne Gebäude sind komplizierte technische Systeme
=> die optimal effiziente Betriebsführung ist für Nutzer nicht offensichtlich / erkennbar.
- Lösung: Automatische Systeme
Problem: Installation ist zu teuer
Grund: Jedes Gebäude ist Einzelstück -> aufwändige, manuelle Konfiguration.

Aufgabe:

- Schaffe ein selbst-adaptierendes, automatisches Assistenzsystem für Gebäudenutzer/Betreiber
 - Ohne vertiefte Vorkenntnisse nutzbar
 - Wenig/keine Mehr-Arbeit im Vergleich zu traditionellen Systemen



3 Typen von Wissen



1. Allgemeines Wissen / Regeln, z.B.

- Begrifflich: Gebäude haben Räume.
- Funktional:
?(draußen kalt) -> !(Heizung an && Fenster lang auf)

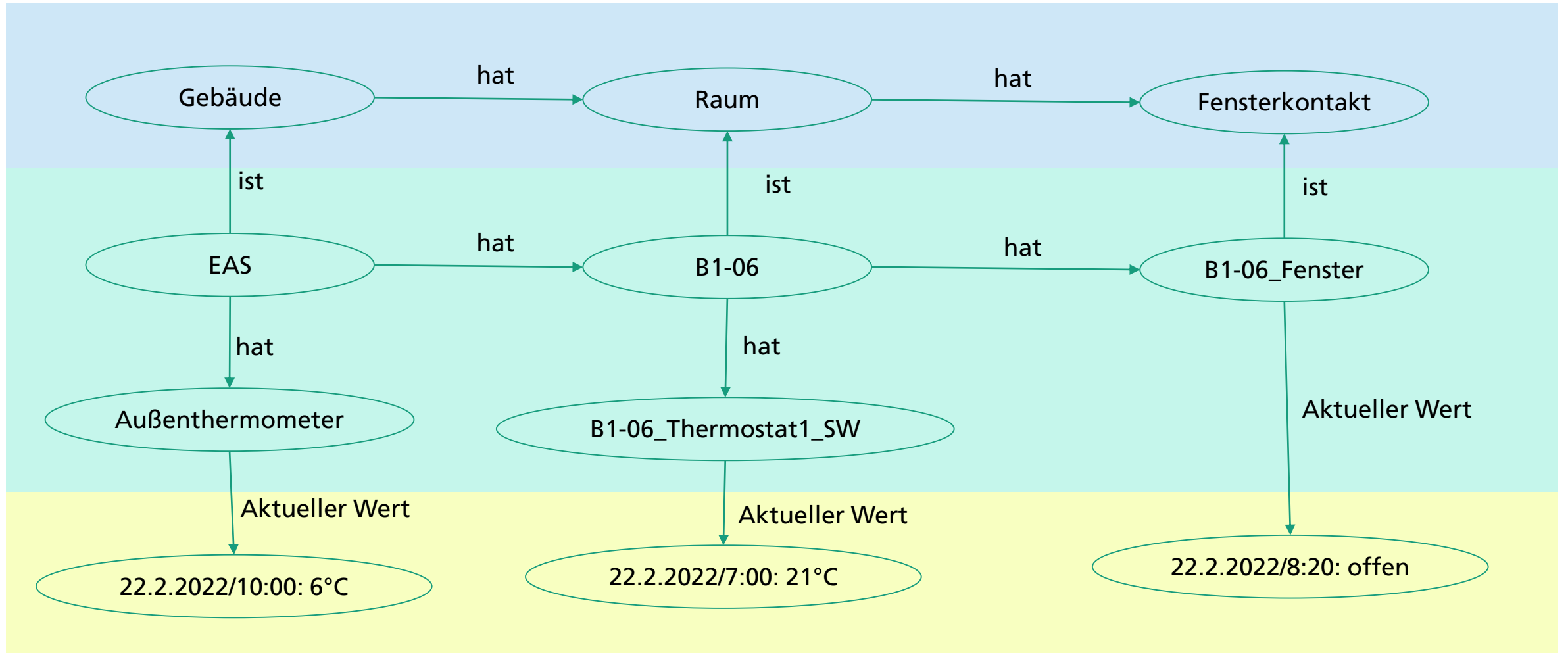
2. Statisches Einzelfall-Wissen, z.B.

- Gebäude EAS hat Raum (B1-06)
- Raum B1-06 hat Fenster (Fensterkontakt: B1-06_Fenster)
- Raum B1-06 hat Thermostat (B1-06_Thermostat1_SW_Temp)

3. Aktuelles, veränderliches Wissen, z.B.:

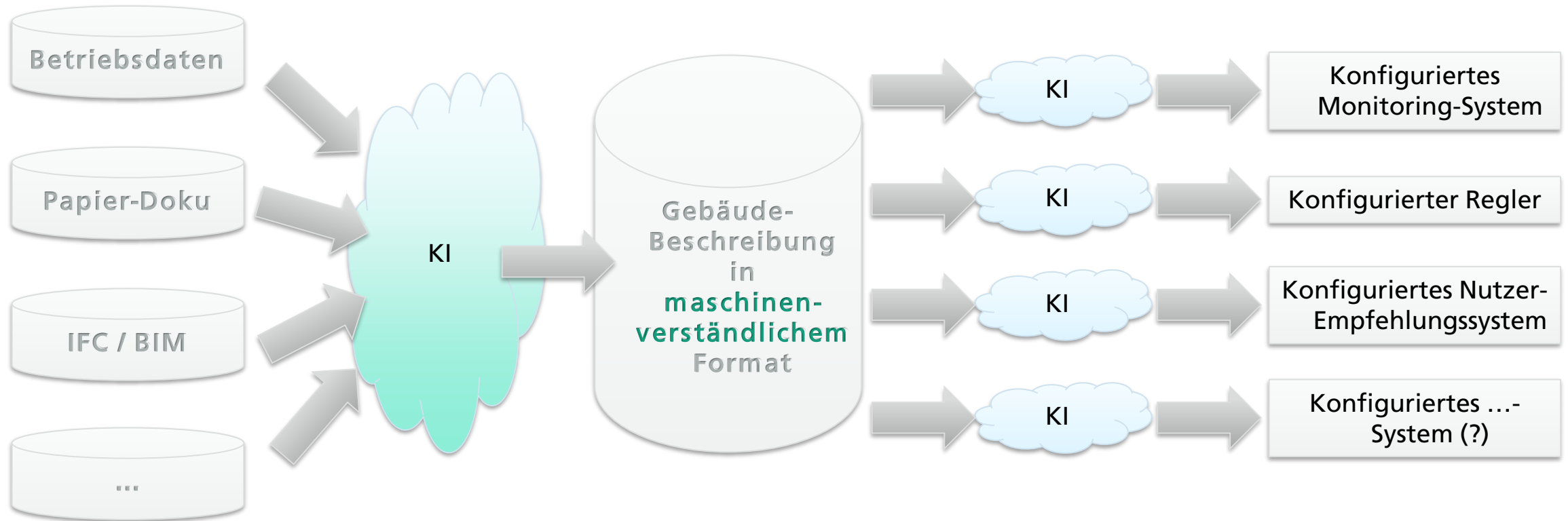
- Es ist draußen kalt (Stand 22.2.2022, 10:30 Uhr).
- Das Fenster im Raum B1-06 wurde um 8:20 geöffnet.
- Thermostat in B1-06 steht seit 7:00 Uhr auf 21°C.

Wissensgraphen



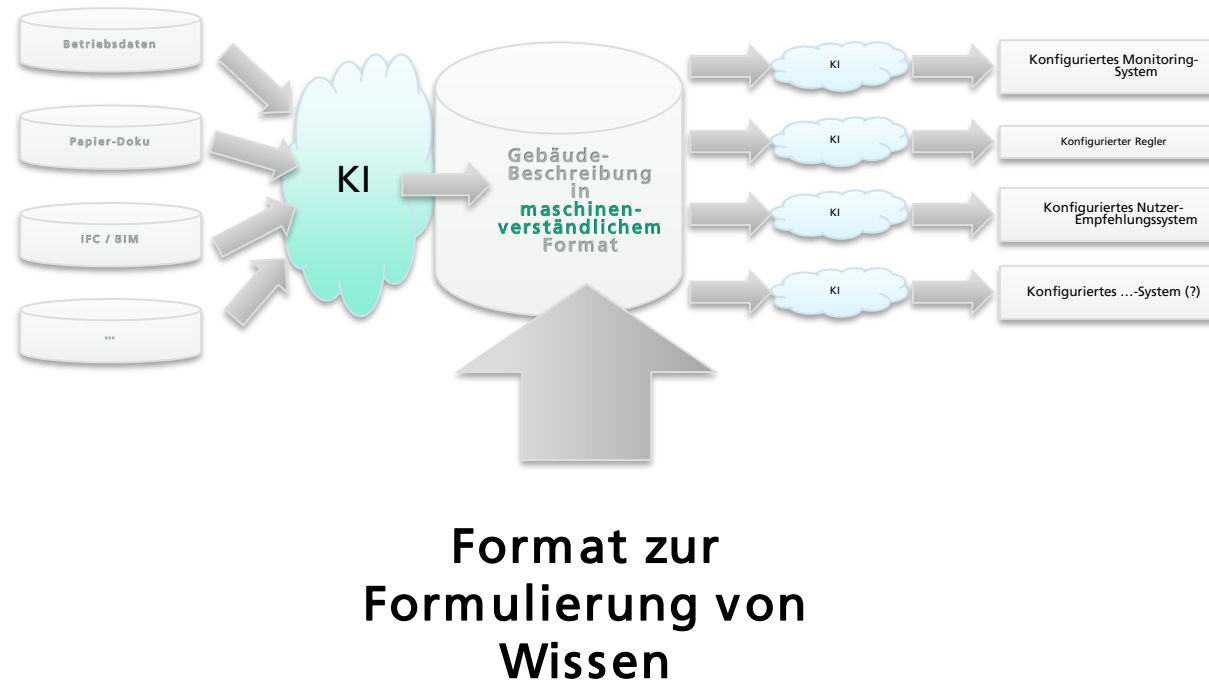
Ziel: Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Grundidee



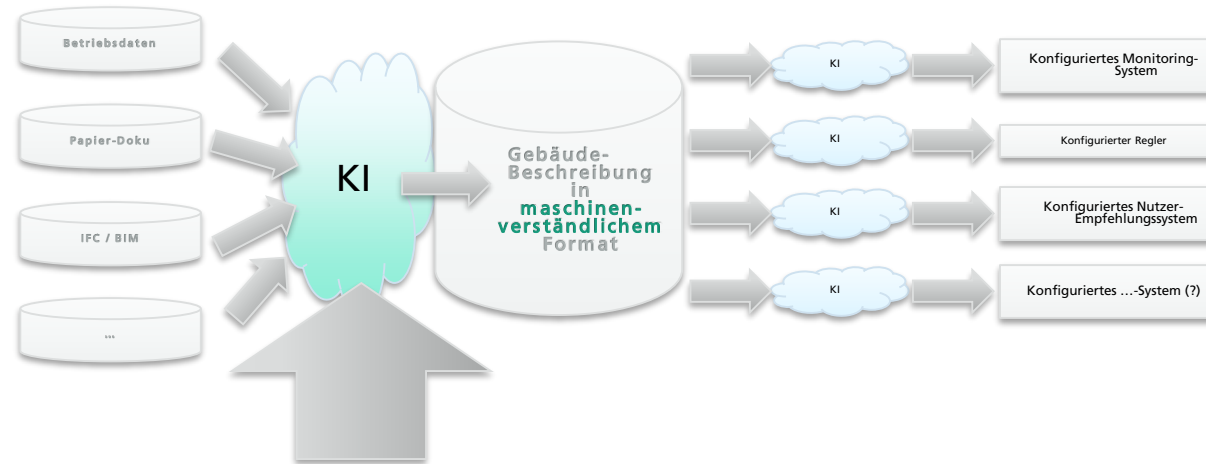
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (1)



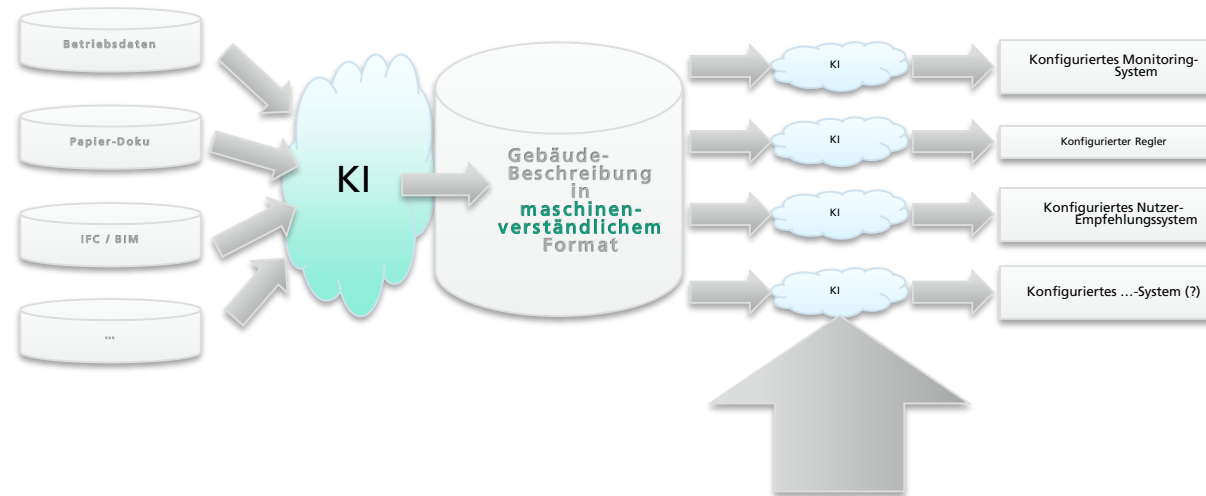
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (2)



Übersetzung von
Wissen in formale
Sprache

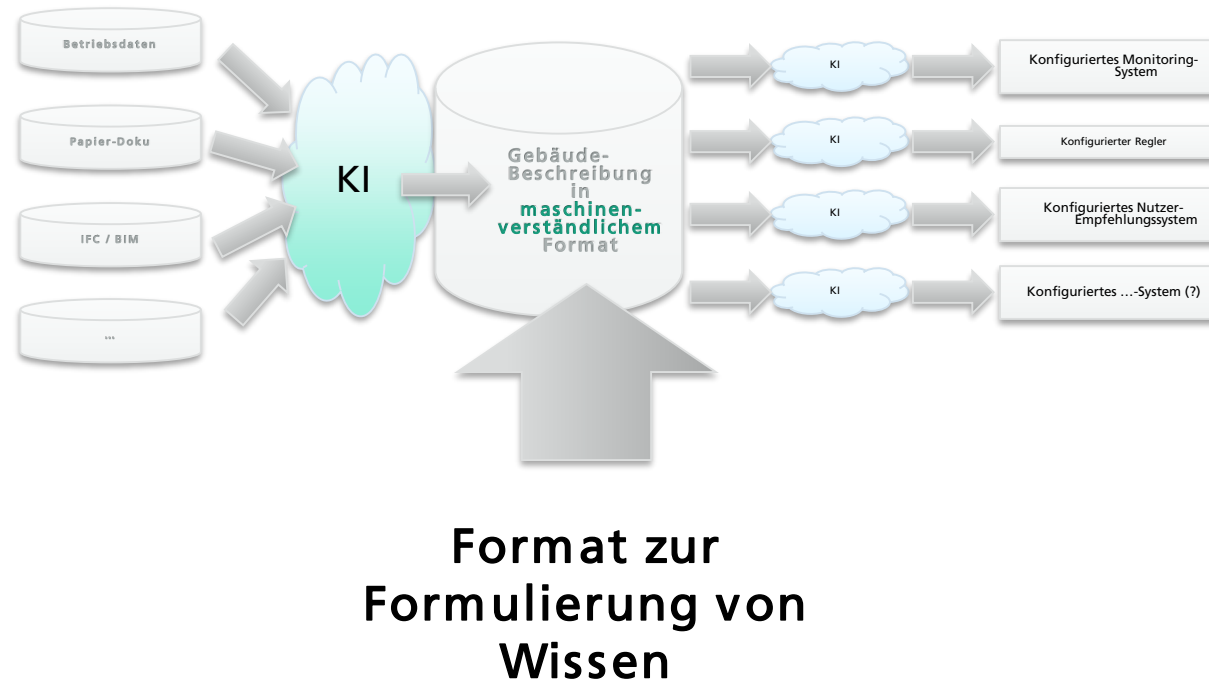
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude Herausforderungen (3)



Ableitung von nützlichen,
automatischen Systemen

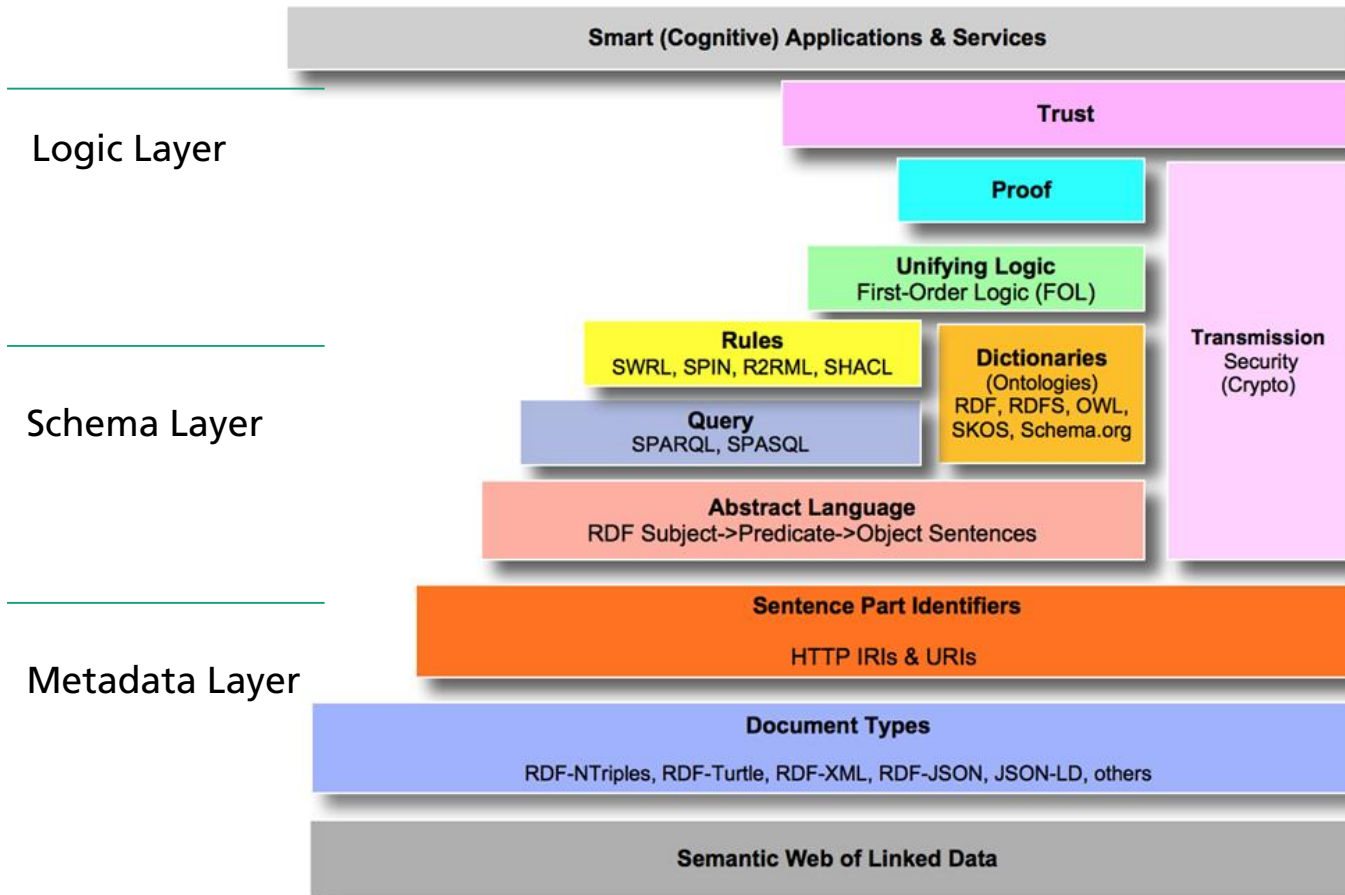
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (1)

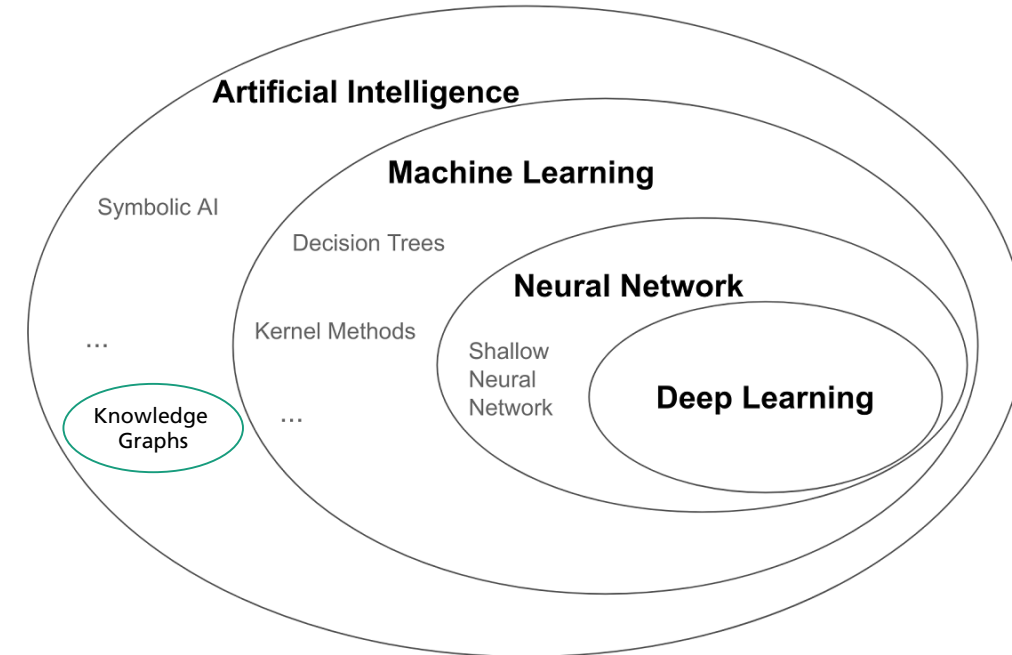


Semantic Web Technologie für Gebäude-Energiesystembeschreibung

■ Architecture of the Semantic Web:

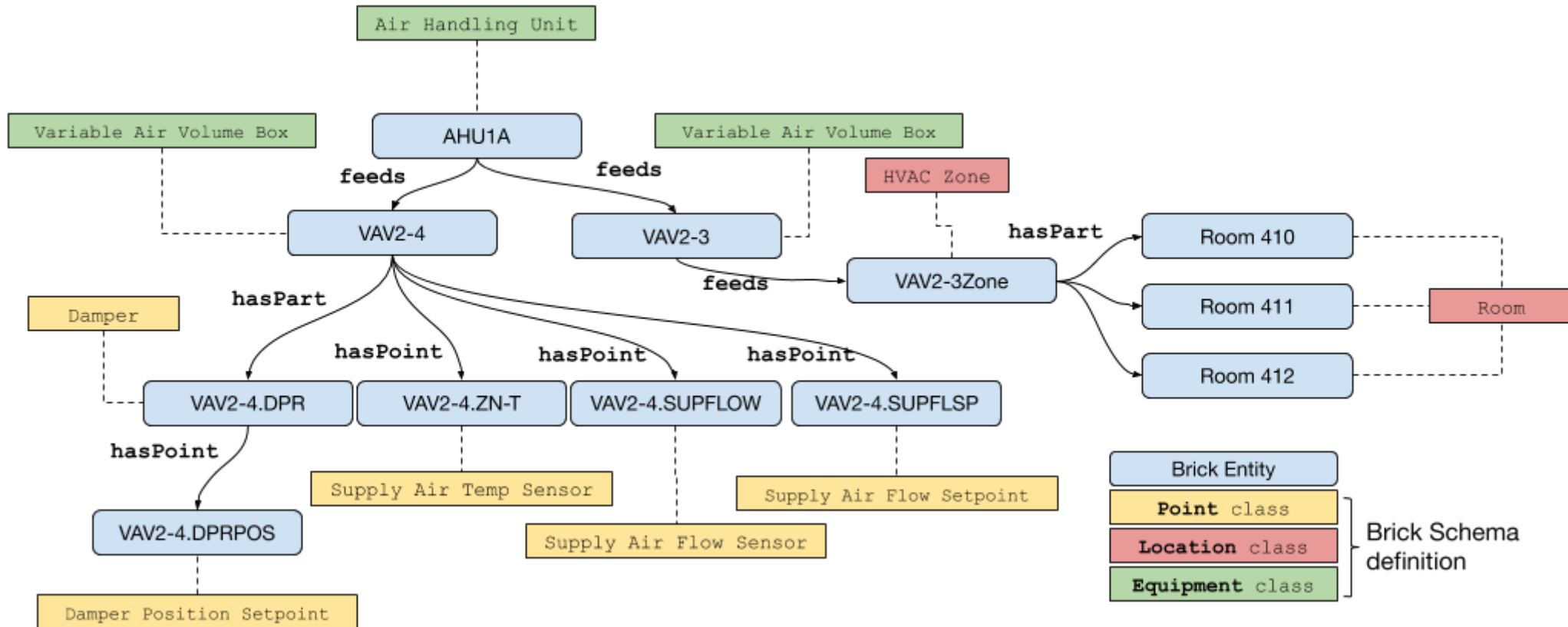


■ Semantic Web & AI:

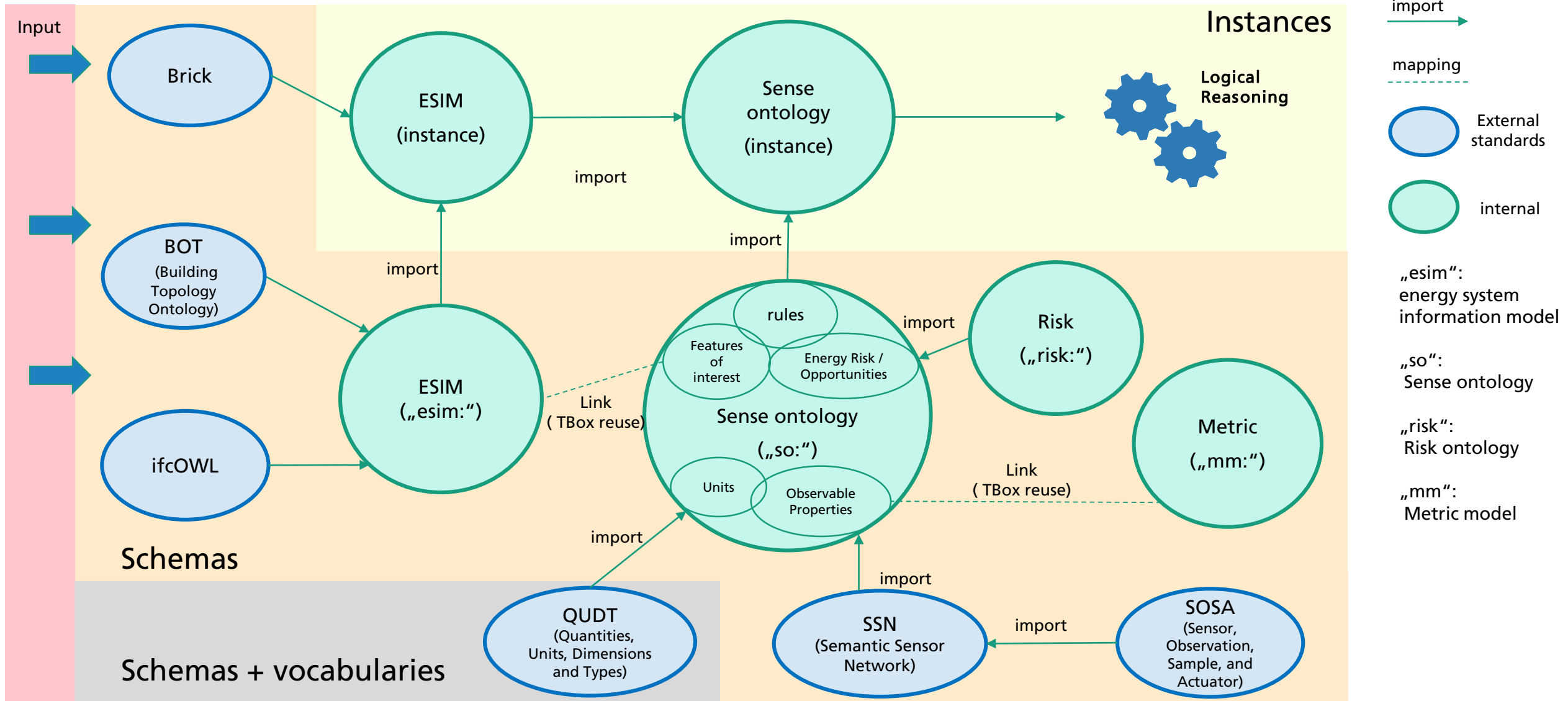


What's Brick?

Ontologie für Gebäudetechnik

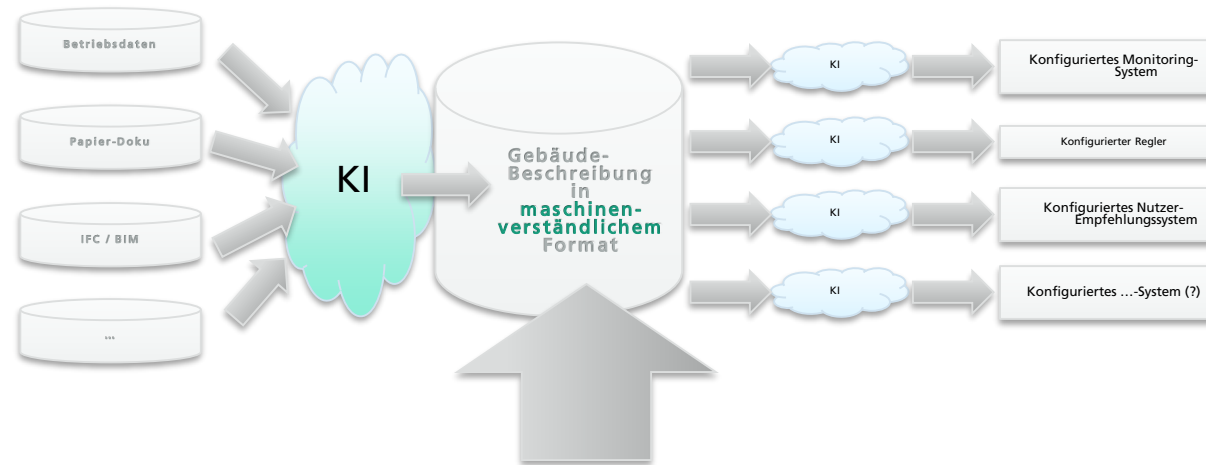


Linked Data implementation



Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (1)

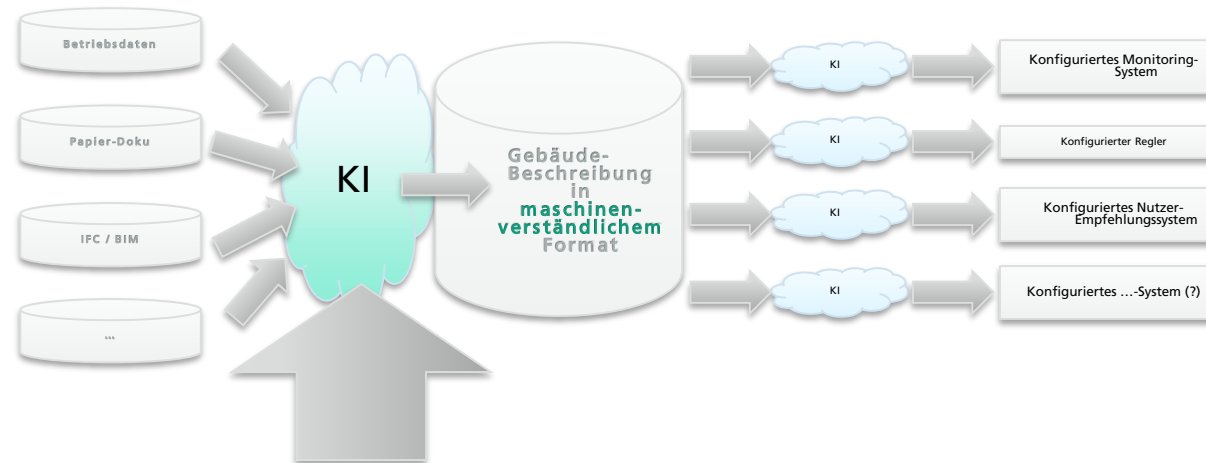


Format zur
Formulierung von
Wissen



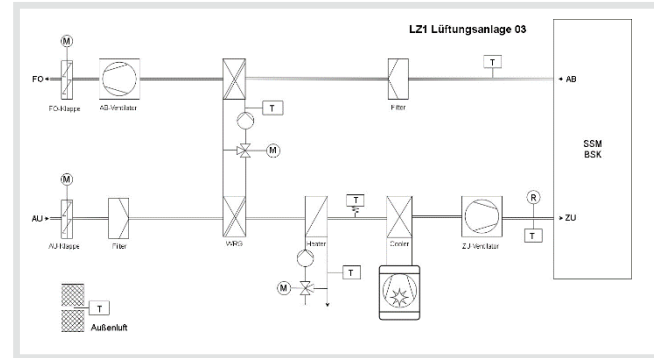
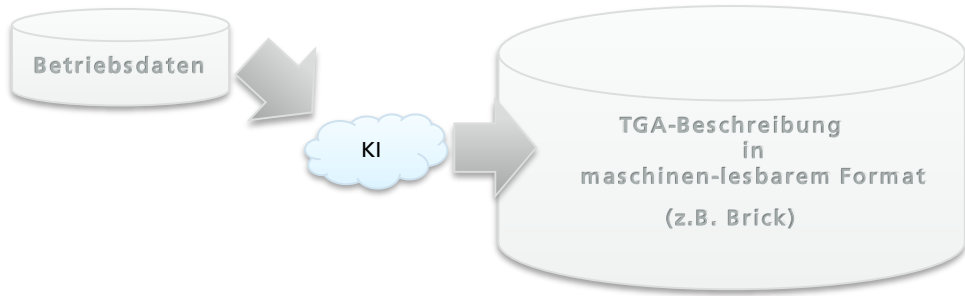
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (2)



Übersetzung von
Wissen in formale
Sprache

Übersetzung von Wissen in formale Sprache



3 Teilprobleme:

- Erkennung des Datenpunkt-Typs
- Erkennen der Anlagenstruktur
- Zuordnung der Datenpunkte zu Position in der Anlagenstruktur

Datenpunkt-Bezeichner

Datenpunkt 1

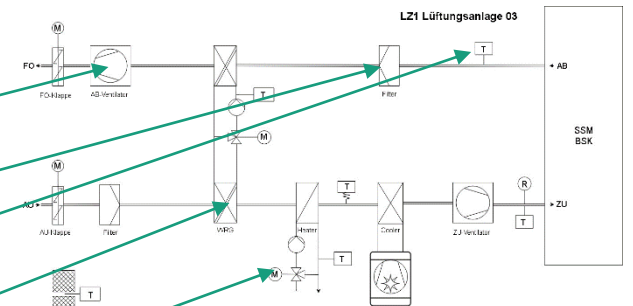
Datenpunkt 2

Datenpunkt 3

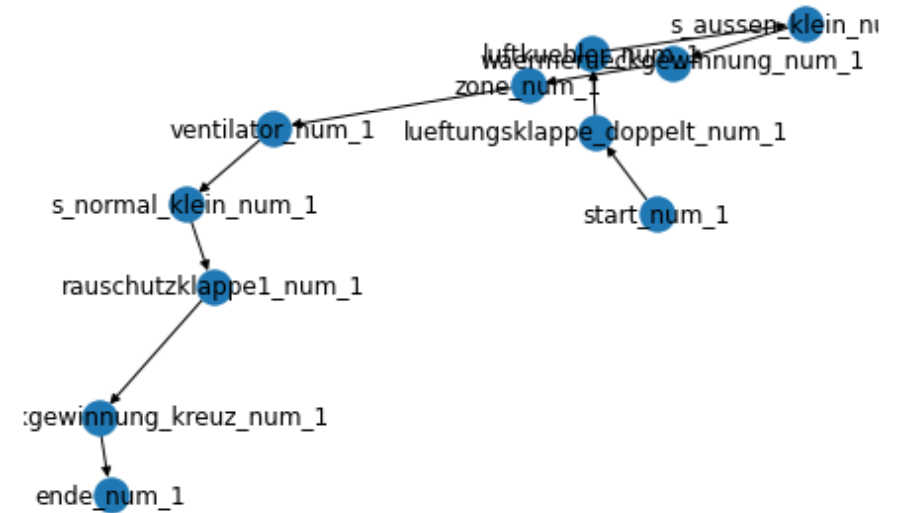
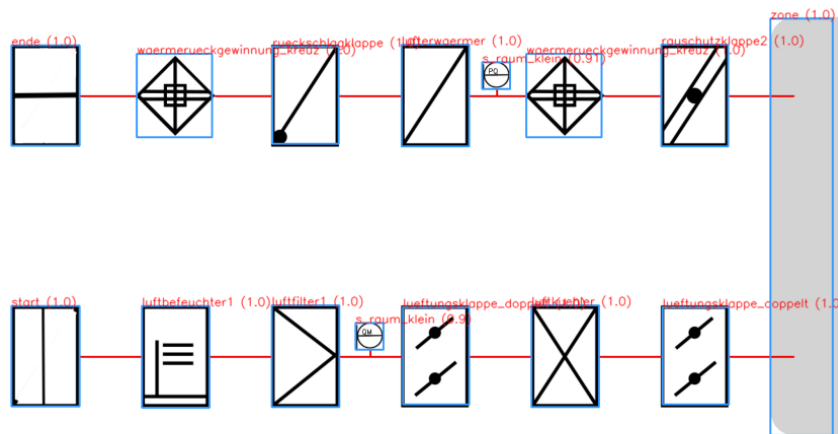
Datenpunkt 4

Datenpunkt 5

...

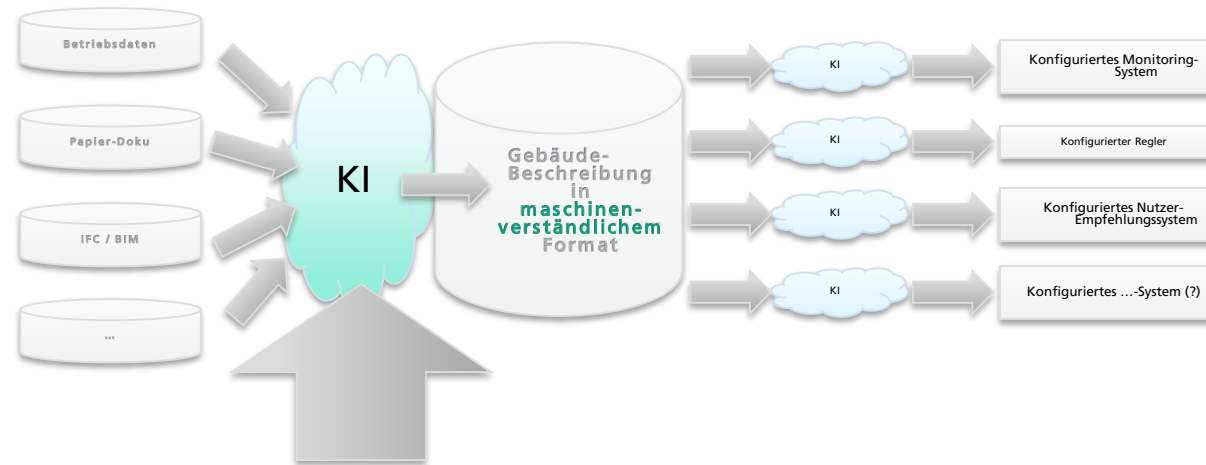


Erkennung von Komponenten und Verbindungen in gezeichneten Anlagenschemen



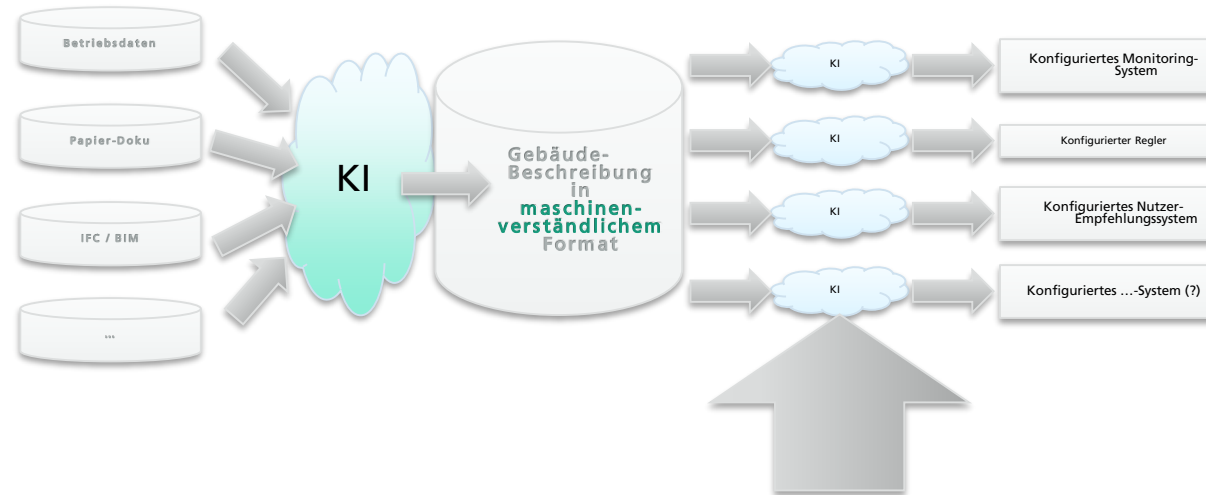
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Herausforderungen (2)



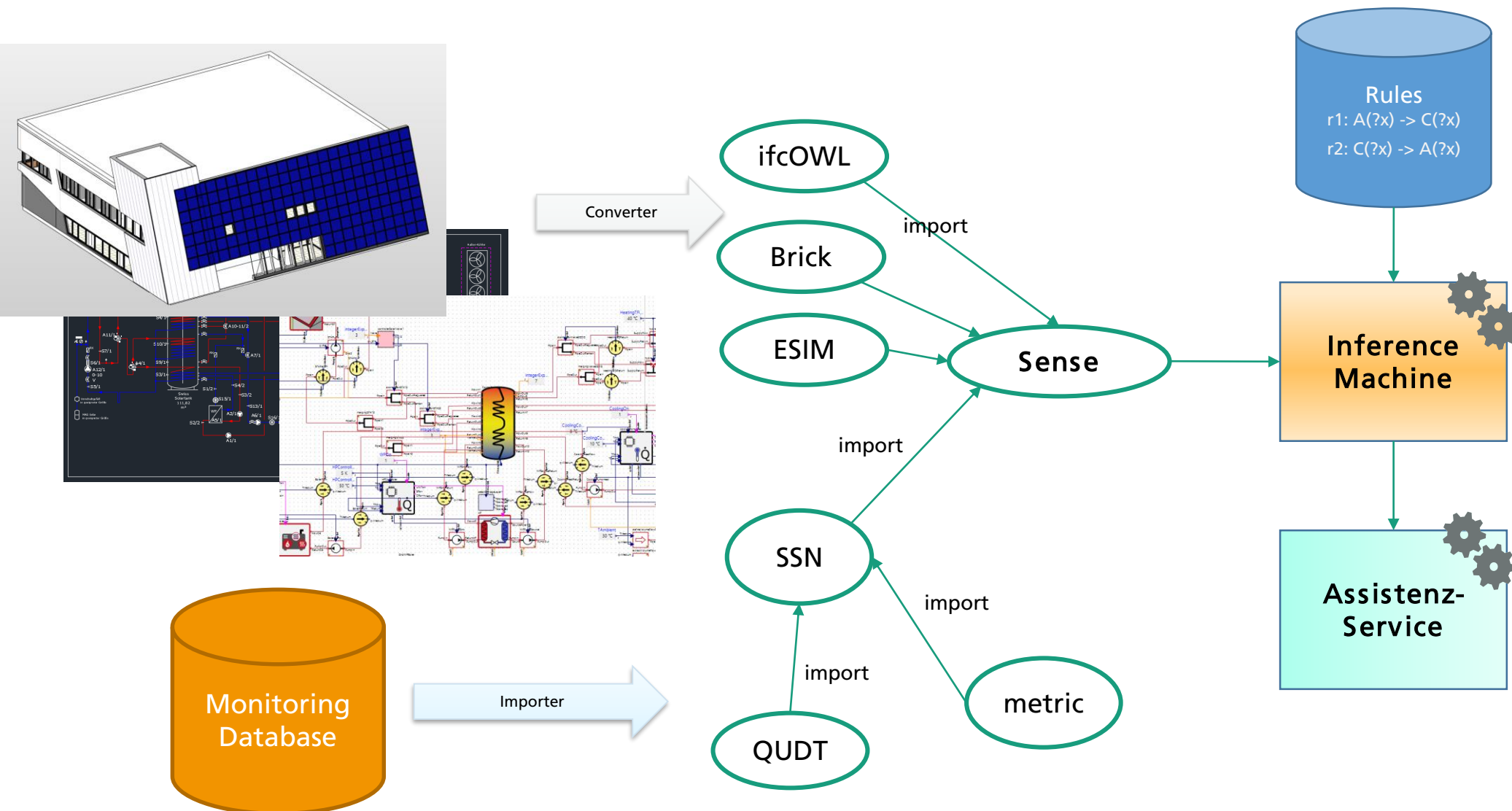
Übersetzung von
Wissen in formale
Sprache (tbd.)

Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude Herausforderungen (3)

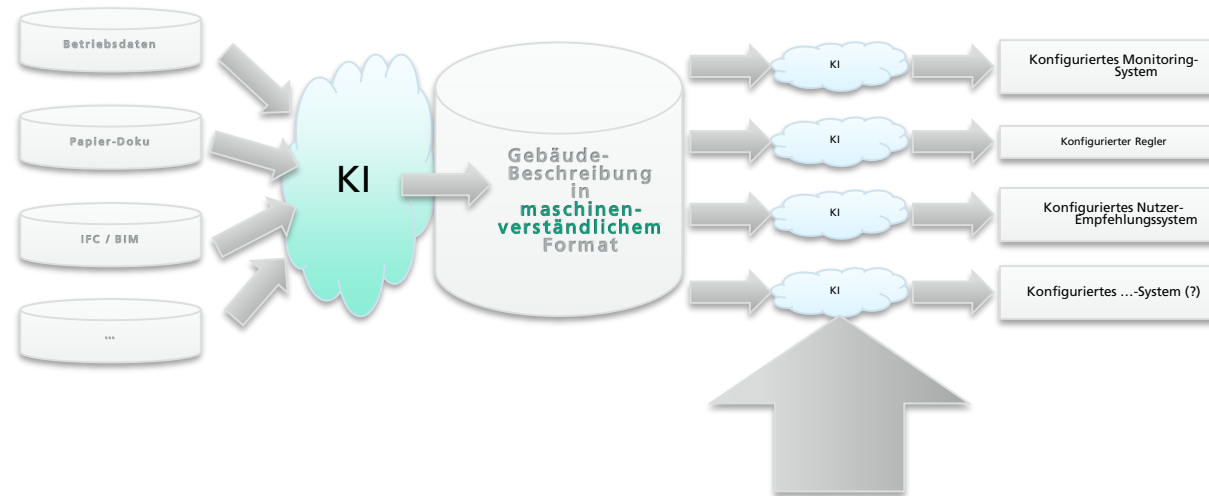


Ableitung von nützlichen,
automatischen Systemen

Expertensystem zur automatischen Erzeugung von Assistenzsystemen



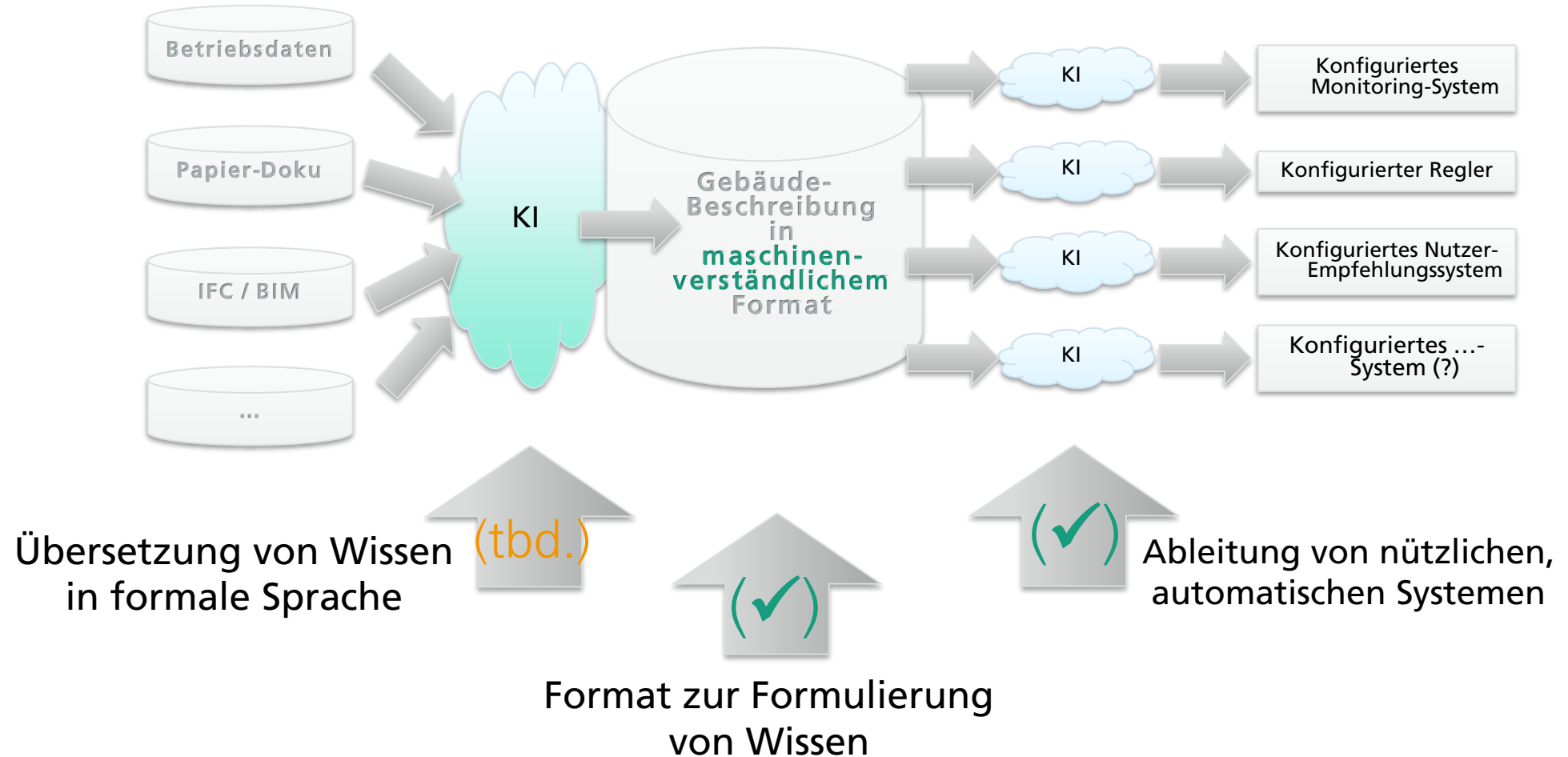
Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude Herausforderungen (3)



Ableitung von nützlichen,
automatischen Systemen (✓)

Selbstkonfigurierendes Monitoring / FDD / Regelung für Gebäude

Zusammenfassung



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Referenz:

- Project Arche



Andreas Wilde
Senior Scientist

✉ andreas.wilde@eas.iis.fraunhofer.de
☎ +49 351 45691-386



Hervé Pruvost
Research Engineer
Computational Analytics

✉ herve.pruvost@eas.iis.fraunhofer.de
☎ +49 351 45691-365

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS
Münchener Straße 16
01187 Dresden

www.eas.iis.fraunhofer.de

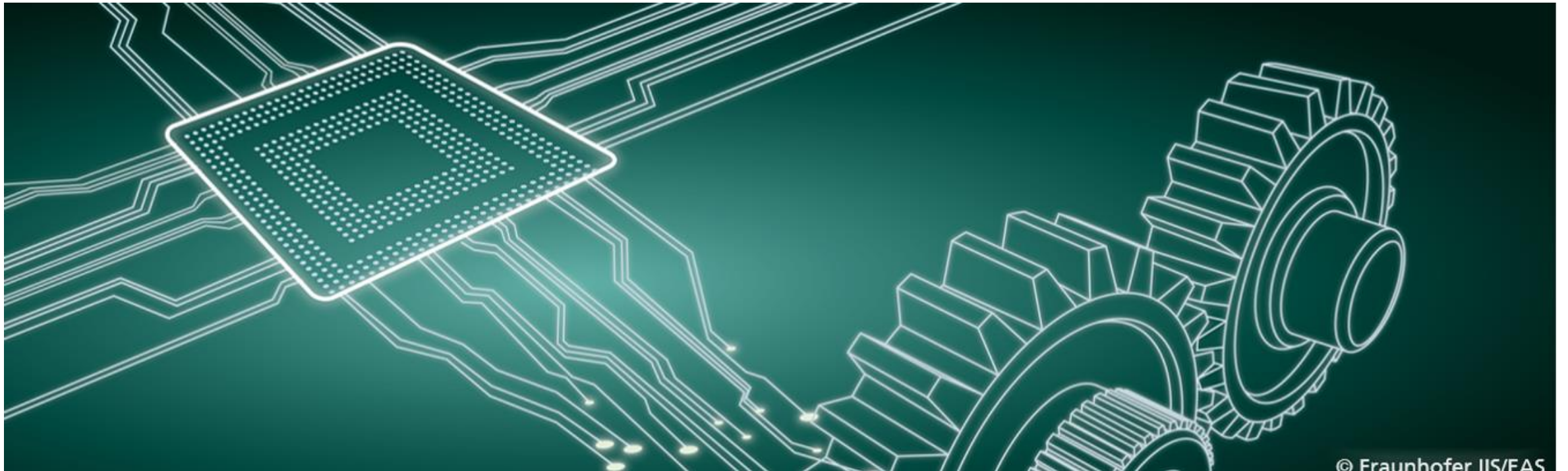


EXPERTENSYSTEME IM GEBÄUDE

Hervé Pruvost⁽¹⁾ & Frank Zeidler⁽²⁾, Andreas Wilde⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fraunhofer IIS EAS, ifm software gmbh ⁽²⁾

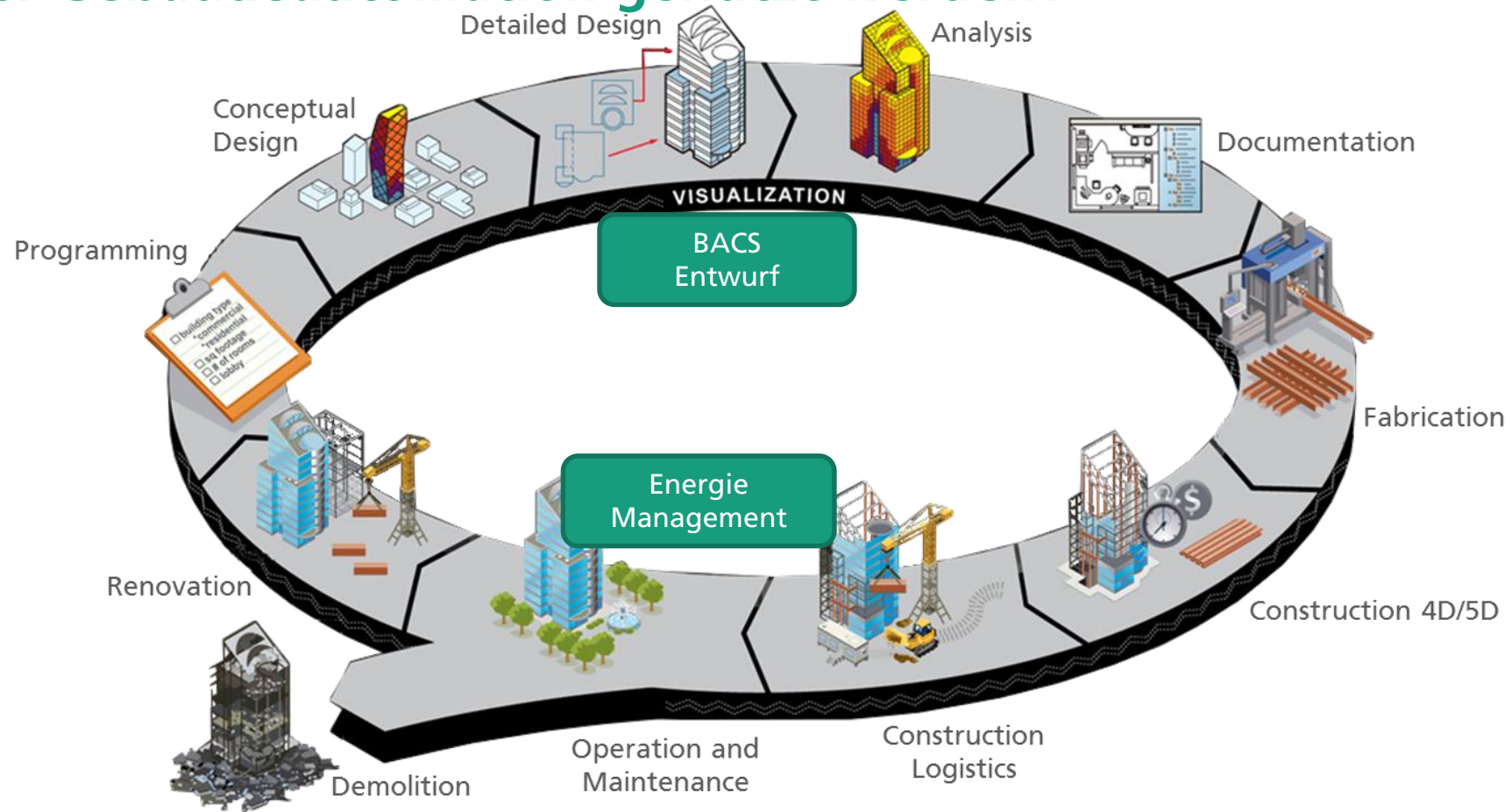
Workshop »BIM-basierte Gebäude- und Anlagensimulation als Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs im Bausektor«
27. September 2022



© Fraunhofer IIS/EAS

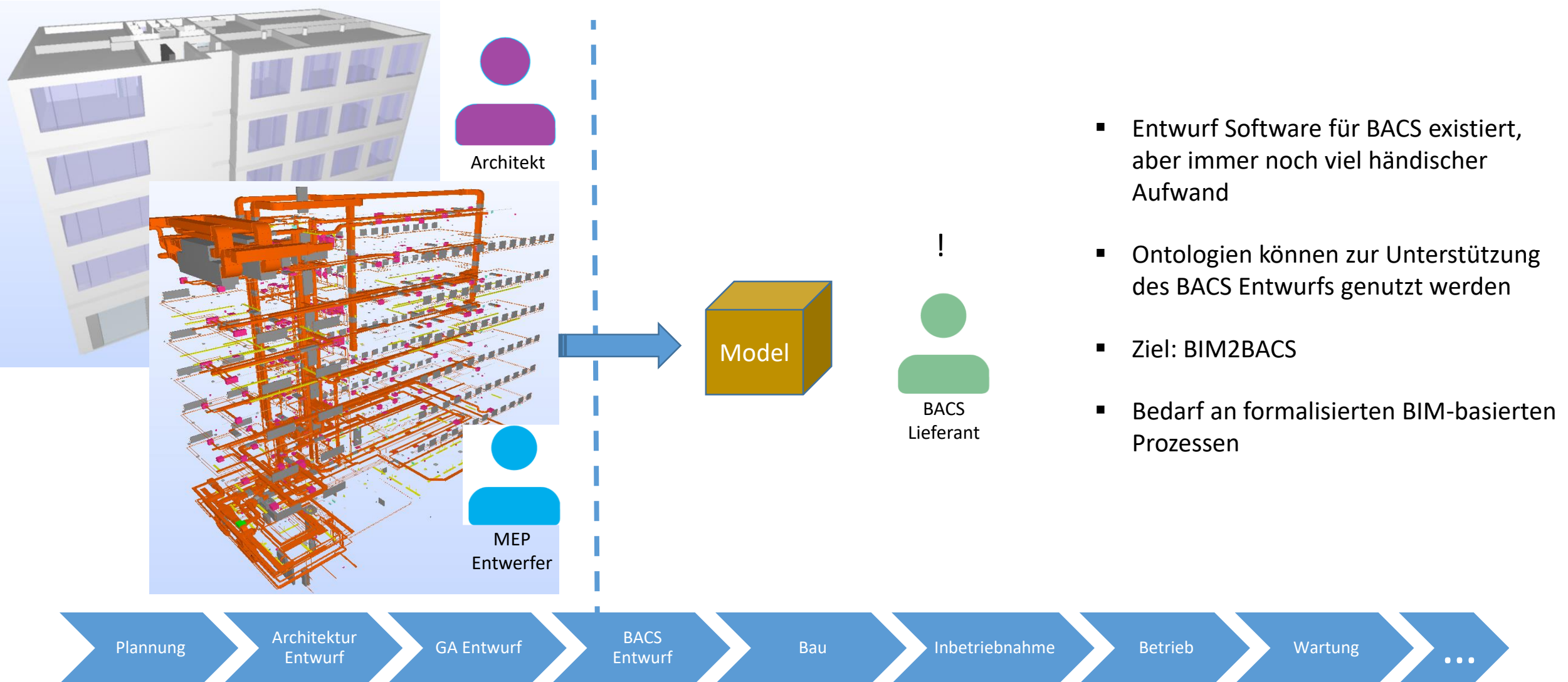
Gebäude Lebenszyklus

Wie können Informationen aus der Entwurfsphase für Inbetriebnahme / Betrieb der Gebäudeautomation genutzt werden?

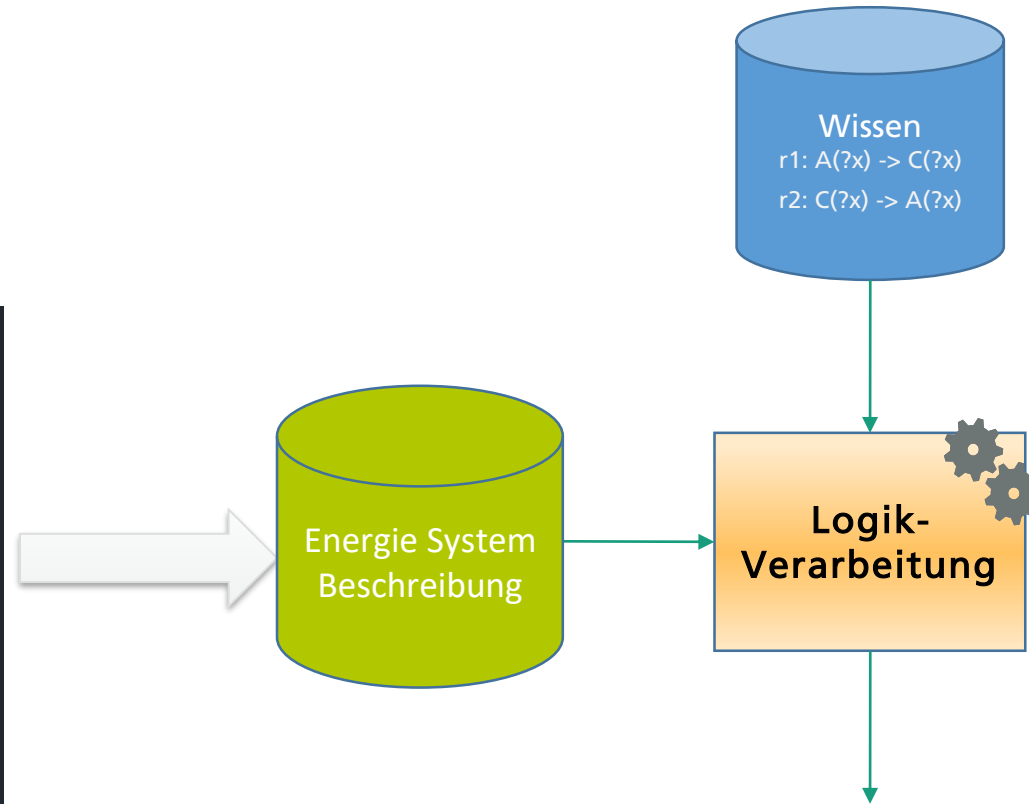
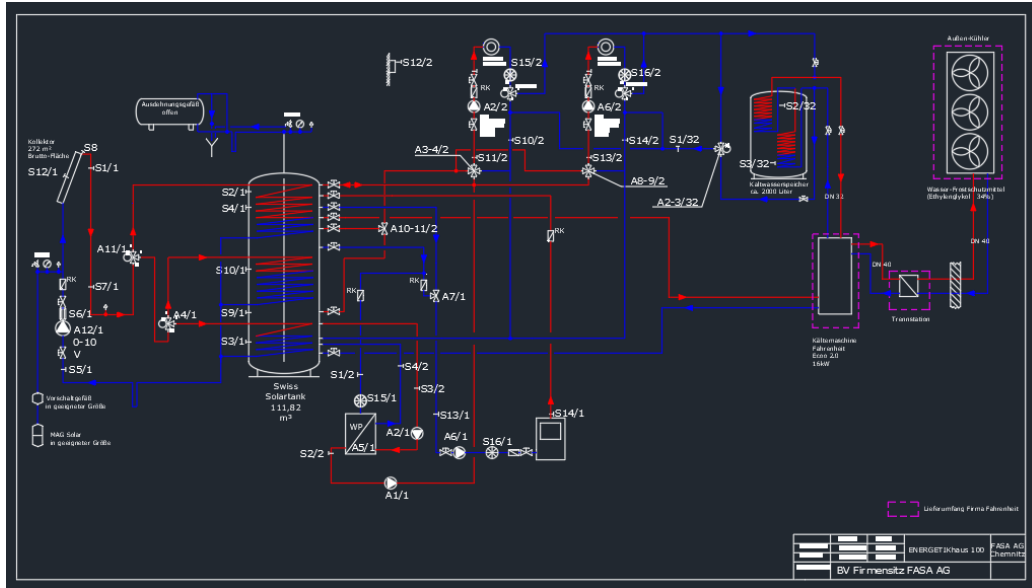


Quelle: <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>

Model-basierter BACS Entwurf

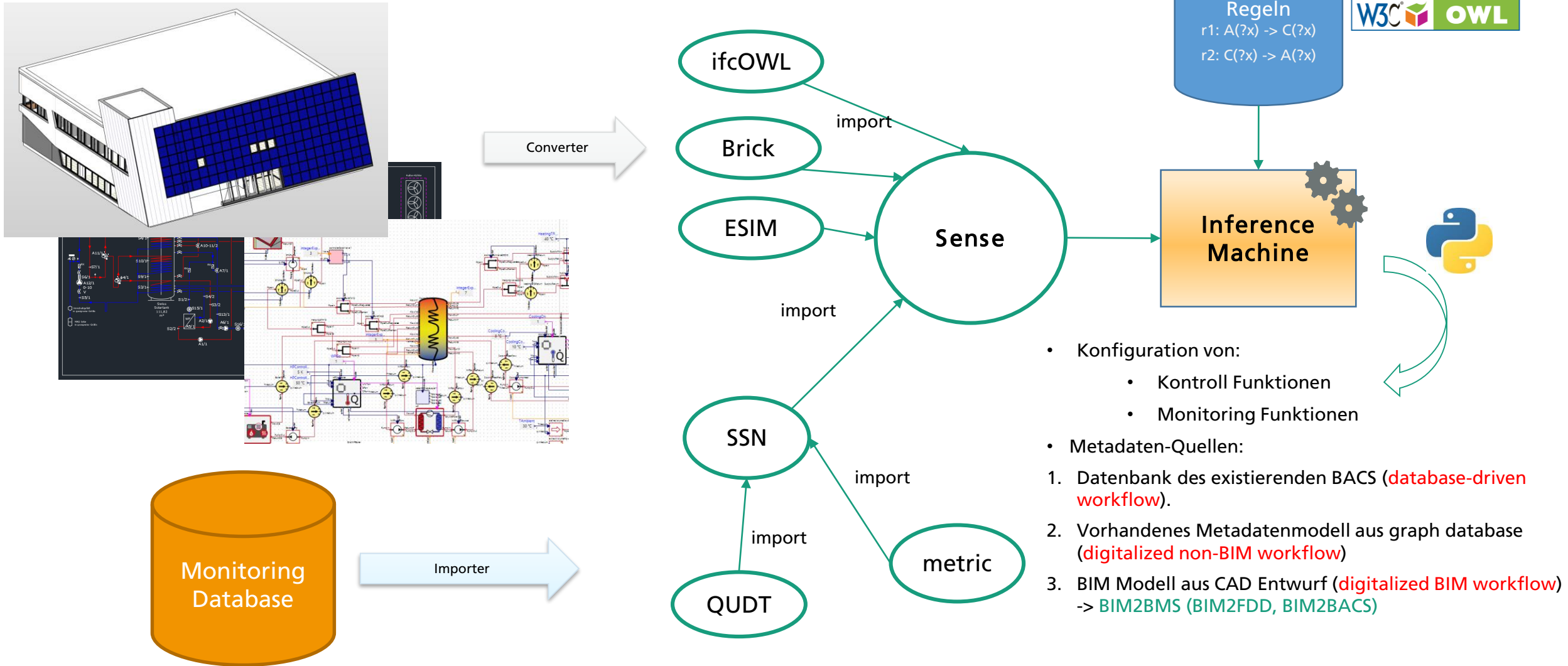


Prinzip



1. Auswahl von Kontroll-Funktionen für BACS
2. Konfiguration der Funktionen (E/A)
3. Parameterisierung der Funktionen

Metadaten-Quellen für Ontologien



ESIM: Energy System Information Model

Energy System Information Model (ESIM) ist ein Domänen-spezifisches Modell und liefert Informationen zum Energiesystem des Gebäudes und seine Umgebung (z.B. Quartier, Stadt) einschließlich Automation und Steuerungs-/Regelungssysteme. Es umfasst funktionale, strukturelle und physische Systembeschreibungen als master data und zusätzlich Betriebsdaten.

```
@prefix : <http://www.eas.iis.fraunhofer.de/dc/esim-instance#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix esim: <http://org.fhg.iis.eas.eee.esim/ESIMonto#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@base <http://www.eas.iis.fraunhofer.de/dc/esim-instance#> .

<http://www.eas.iis.fraunhofer.de/dc/esim-instance#> rdf:type owl:Ontology ;
    owl:imports <http://org.fhg.iis.eas.eee.esim/ESIMonto#> ;
    owl:versionInfo "Created with TopBraid Composer" .

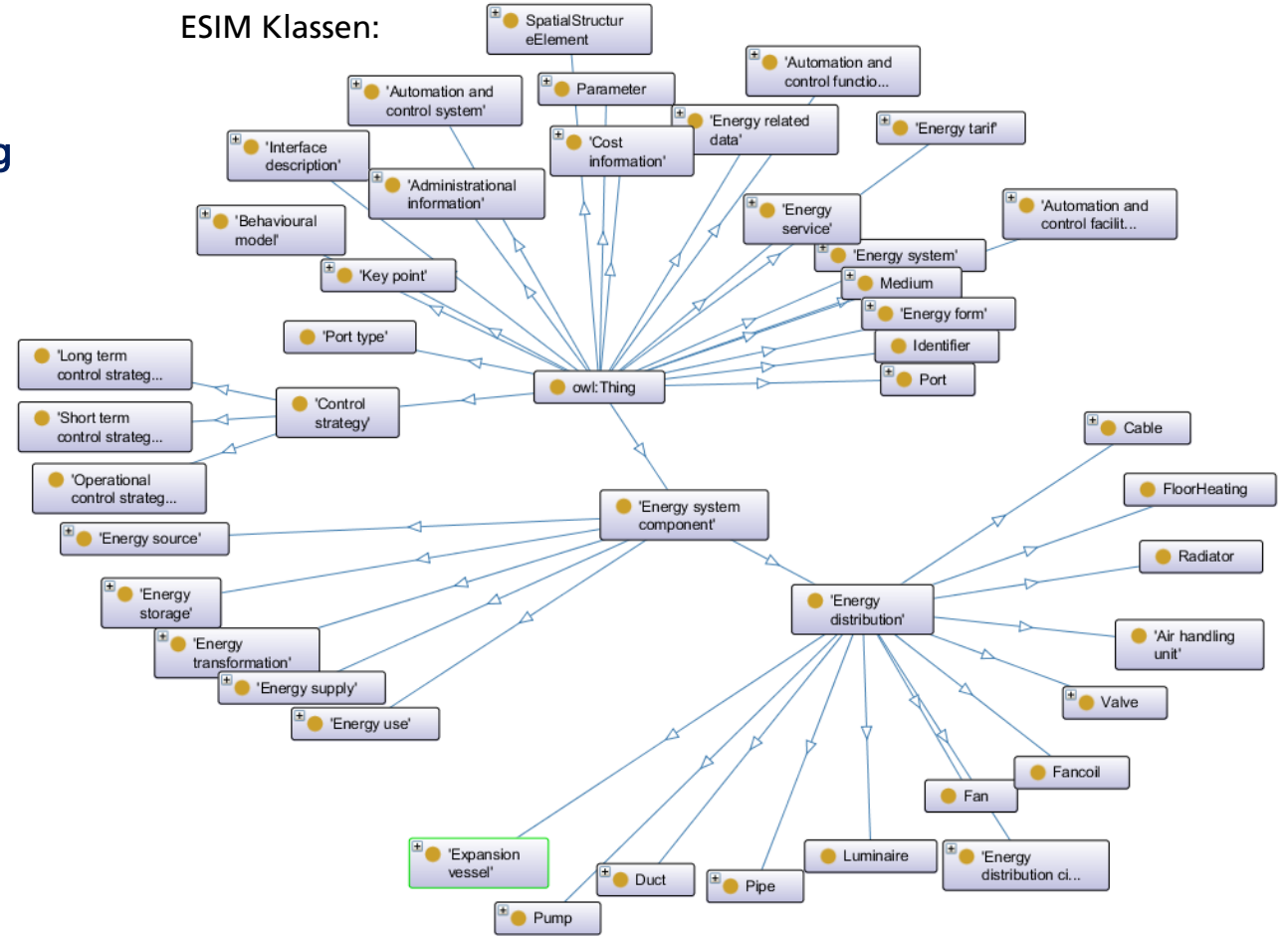
#####
# Individuals
#####

### http://www.eas.iis.fraunhofer.de/dc/esim-instance#BoilerPump
:BoilerPump rdf:type owl:NamedIndividual ,
    esim:Pump .

### http://www.eas.iis.fraunhofer.de/dc/esim-instance#CombiStorage
:CombiStorage rdf:type owl:NamedIndividual ,
    esim:HotWaterTank ;
    rdfs:label "HotWaterTank_FASA" .
```

RDF serialization

ESIM Klassen:



CTRLont:

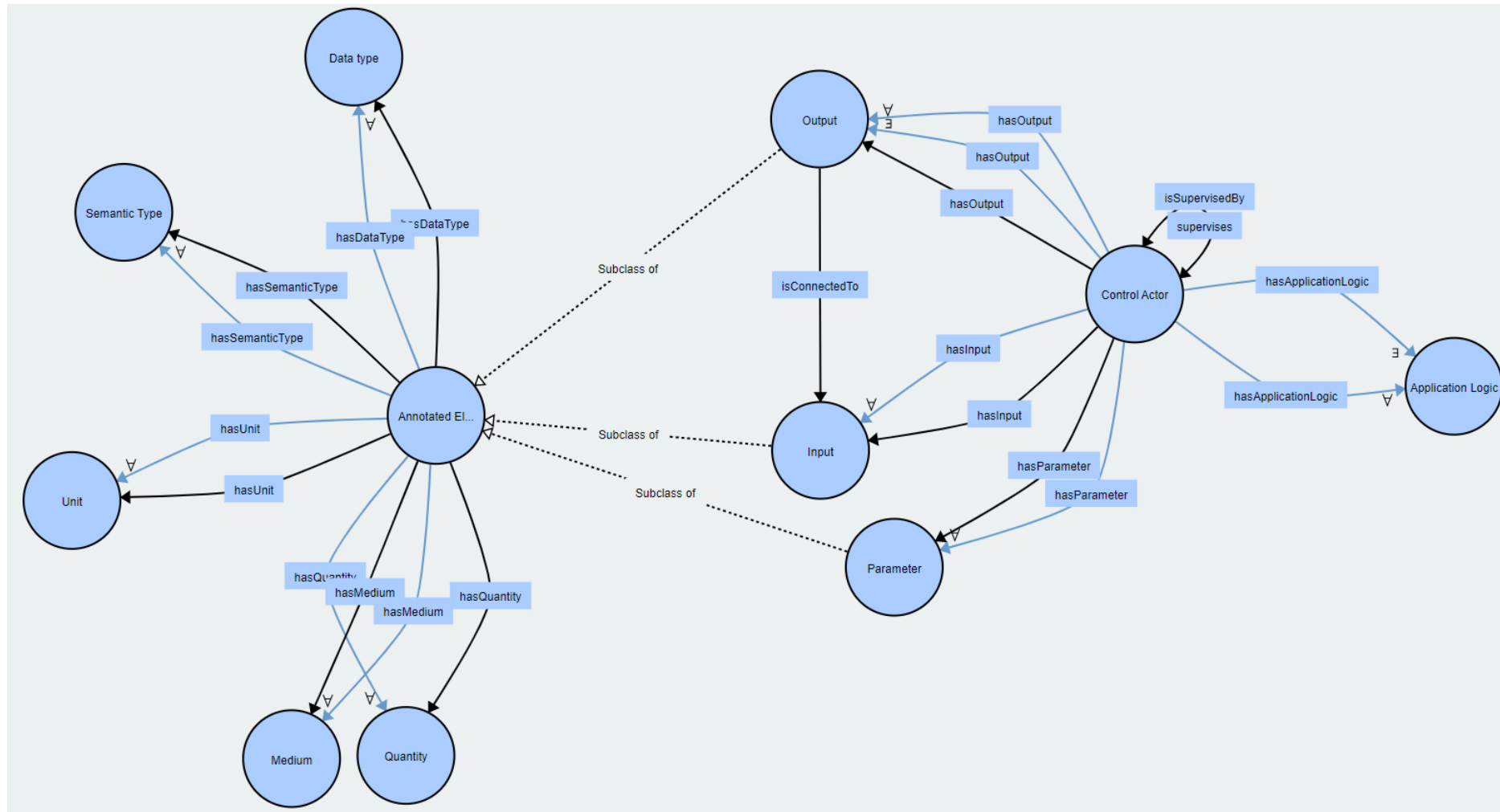
■ Abstrakte Konzepte:

■ Funktionen

■ I/O

■ Parameter

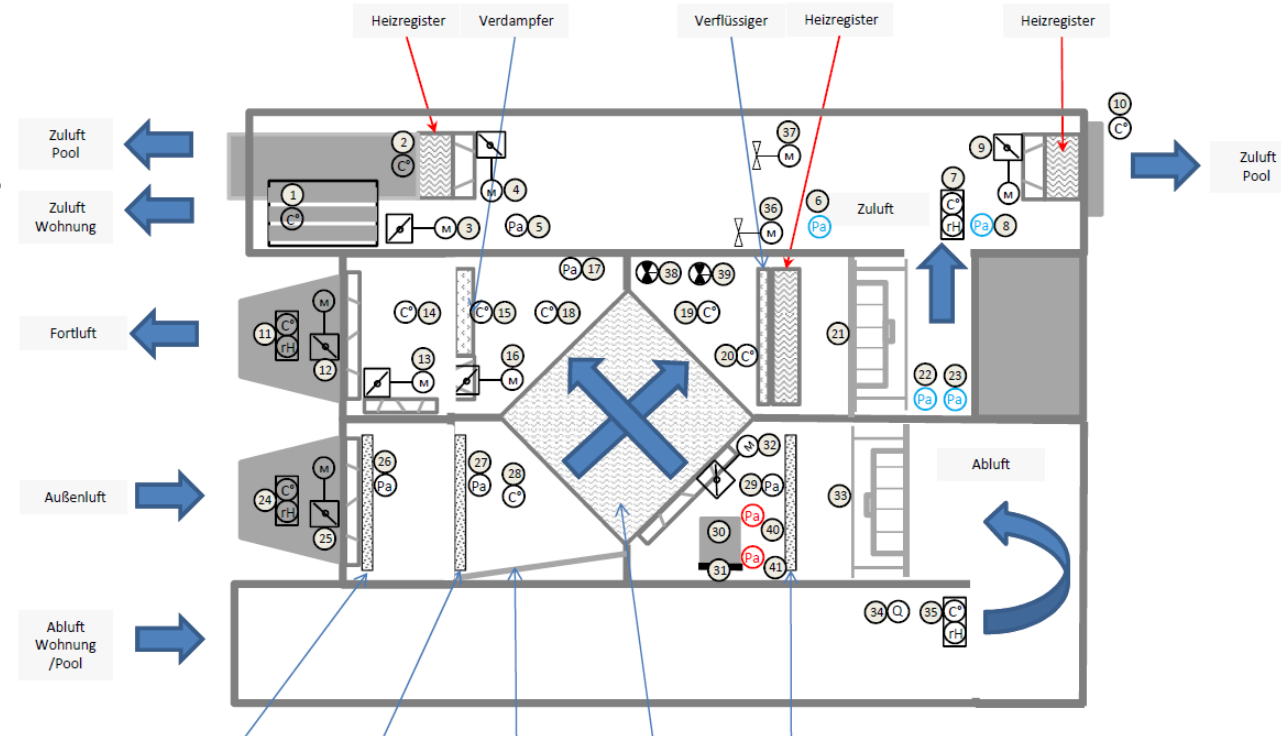
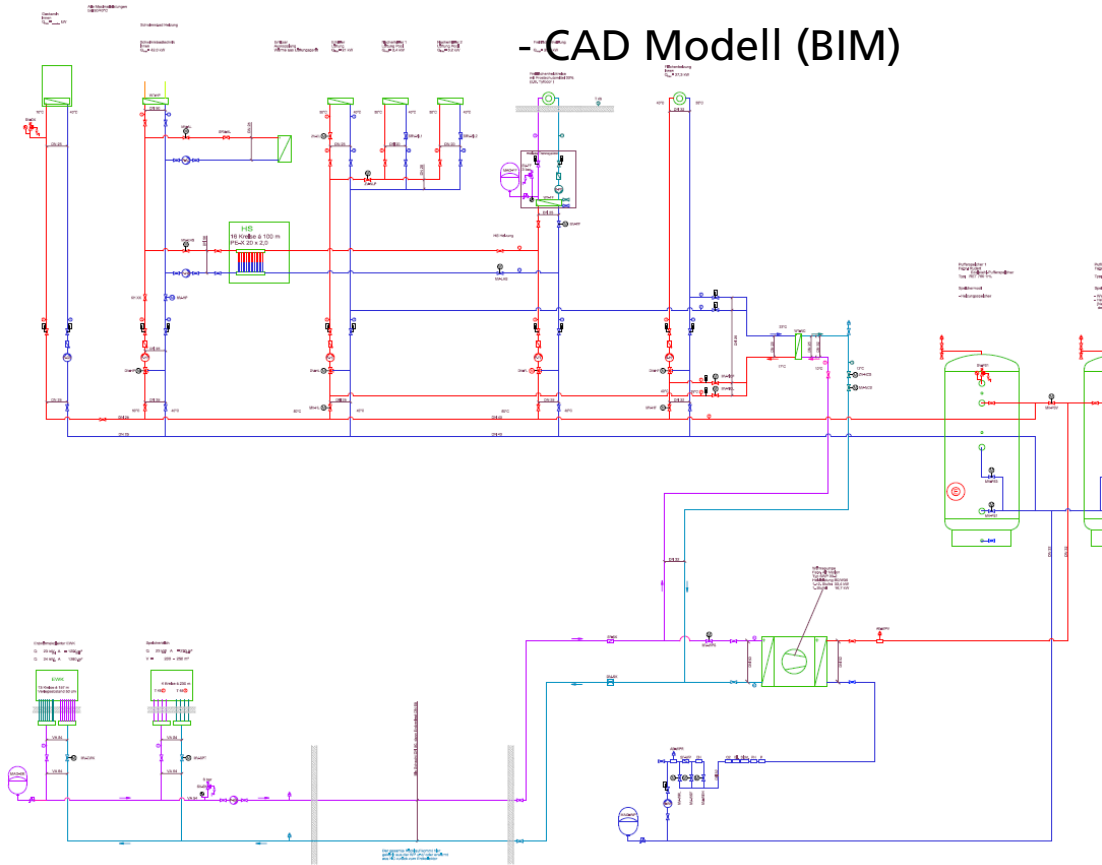
■ ...



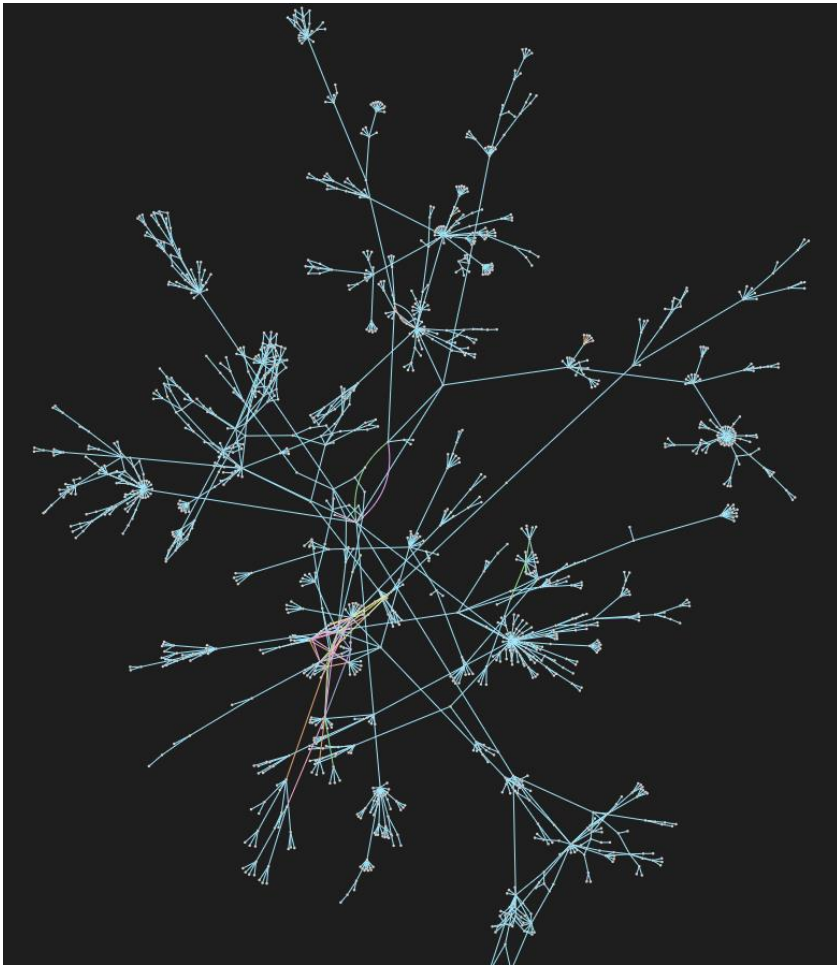
Demonstrator ifm-Musterhaus

Vorhandene Informationen aus Entwurf:

- P&I Diagramme
- CAD Modell (BIM)



Demonstrator ifm-Musterhaus



Limit (1117 total) 500

triples

```
#####  
# Individuals  
#####  
###  
http://www.semanticweb.org/hpruvost/ontologies/2021:01:ifm-heatpump/#####  
nsc:AHUHeatPump rdf:type owl:NamedIndividual ,  
                    esim:AirAirHeatPump ;  
                    brick:feedsAir  
nsc:HeatRecoveryDamper ;  
                    brick:isPartOf nsc:Lueftungsgeraet  
                    rdfs:label "Wärmepumpe"
```

Update Reset

Query

```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>  
2 PREFIX brick: <https://brickschema.org/schema/Brick#>  
3  
4 CONSTRUCT  
5 WHERE {  
6   ?nodeA ?edge ?nodeB .  
7 }
```

Query Reasoning

System Charakterisierung mit logischen Axiomen und Regeln

- Äquivalente Klassen Axiome zur Klassifizierung von Datenpunkten und Klimazonen entsprechend System Topologie

```
Class: mm:HeatingCoilValvePosition
Annotations:
  rdfs:label "Heating coil valve position"
  rdfs:comment "Report the openness of a valve that regulates
              heating coil water flow"
EquivalentTo:
  brick:Point
  and (brick:isPointOf some
      (brick:Valve
       and (brick:feeds some brick:Heating_Coil)))
SubClassOf:
  mm:ValvePosition
```

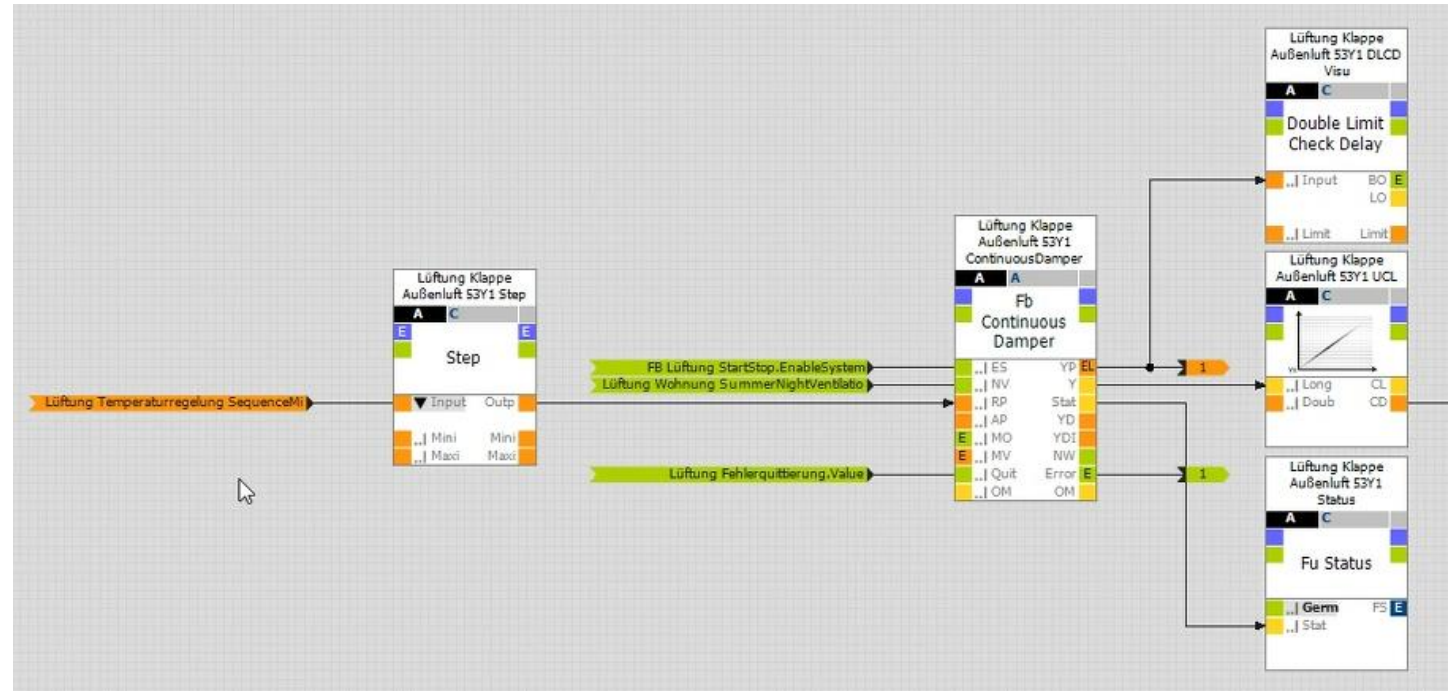
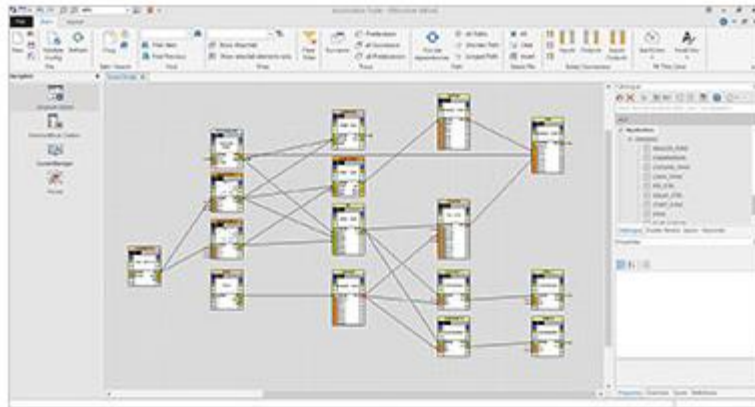
```
Class: esim:HeatingZone
Annotations:
  rdfs:label "Heating zone"
  rdfs:comment "A space or group of spaces with heating requirements
              maintained by a heating system"
EquivalentTo:
  esim:SpatialStructureElement
  and (sosa:hosts some
      (esim:EnergyDistribution
       and (esim:composes some esim:HeatingSystem)))
SubClassOf:
  esim:ConditionedZone
```

Musterhaus: Brick2BACS

The image displays the ViciOne - Automation Suite - [Structure Editor] interface. The left pane shows a network graph of Brick entities with various relationships like 'brick:measures' and 'brick:operationalPoint'. A green arrow points from this graph to the right pane, which displays a detailed view of a selected component, 'Fb Analog 3 Point', including its properties and connections to other components like 'Fb Low Pass Filter' and 'mAirConditionHeating_Secondary_Heating_Valve'.

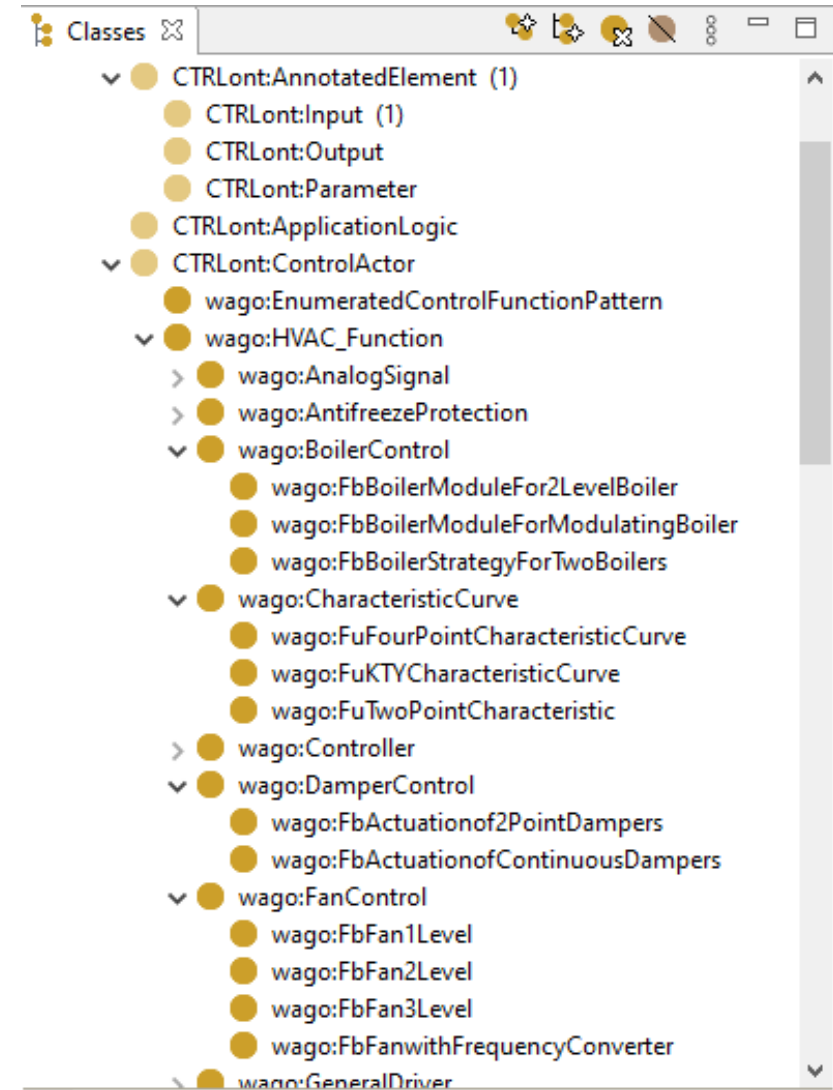
vm2001 admin@http://triplestore.eas.iis.fraunhofer.de:5820/ Server Version: 7.8.2

Musterhaus: Brick2BACS



BACS Funktionen Katalog

- BACS Funktionen Ontologie:
 - Nutzung von Konzepten der CTRLont Ontologie (Fraunhofer IBP)
 - Als Funktionskatalog für „Brick2BACS“ Workflow
 - Für automatische Konfiguration von Funktionsblöcken, Abhängigkeiten und Parametern.



Zusammenfassung

- Nutzung von Daten aus der Entwurfs-/Bauphase für Inbetriebnahme /Betrieb
- Modell-basierter Ansatz bringt Flexibilität
 - new building -> new model
- Verringert Zeitbedarf für Entwurf
- Unterstützt Entwerfer
- Formalisierung von Experten-Wissen

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Referenz:

- Project Arche



Hervé Pruvost
Research Engineer
Computational Analytics

✉ herve.pruvost@eas.iis.fraunhofer.de
☎ +49 351 45691-365



Andreas Wilde
Senior Scientist

✉ andreas.wilde@eas.iis.fraunhofer.de
☎ +49 351 45691-386

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS
Münchner Straße 16
01187 Dresden

www.eas.iis.fraunhofer.de

