

BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences



Summer School 2016

Offene
Gebäudeautomation

Gebäudeautomation II

M. Fraaß



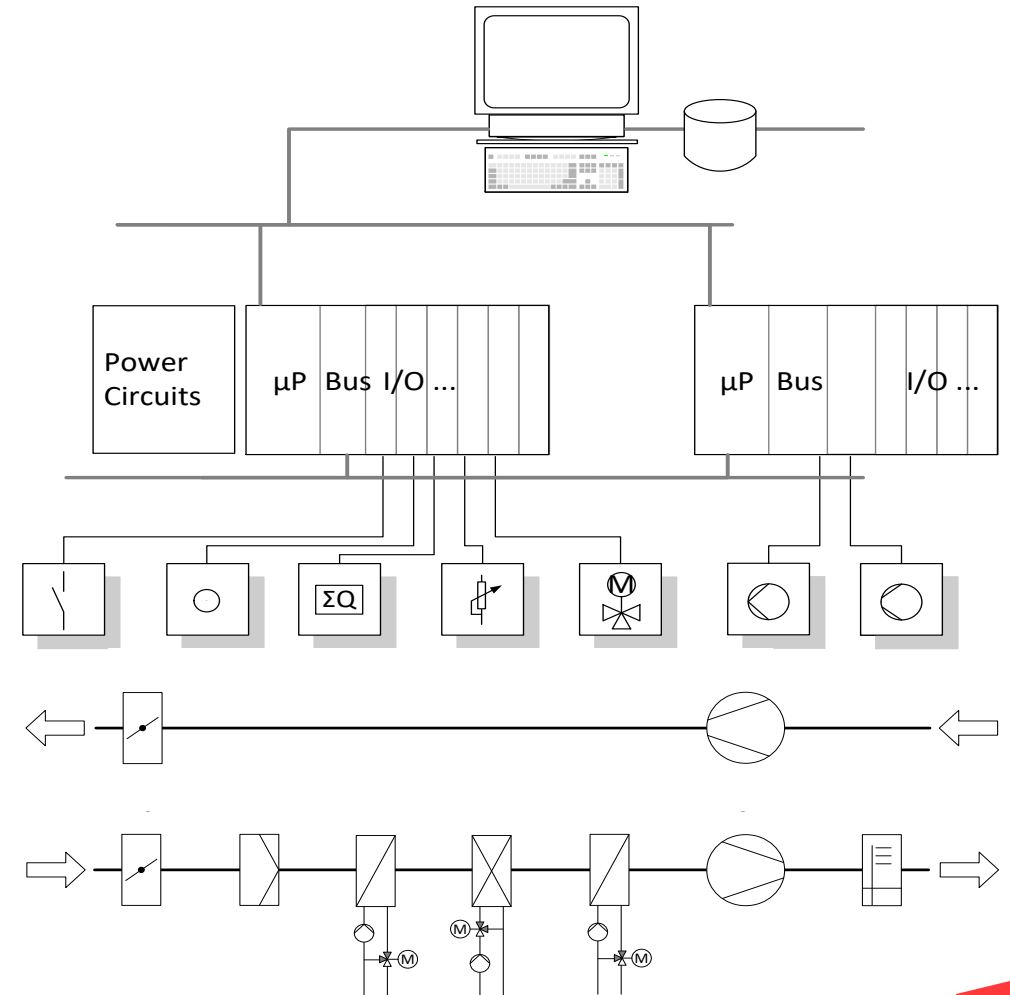
BAS heute

MERKMALE

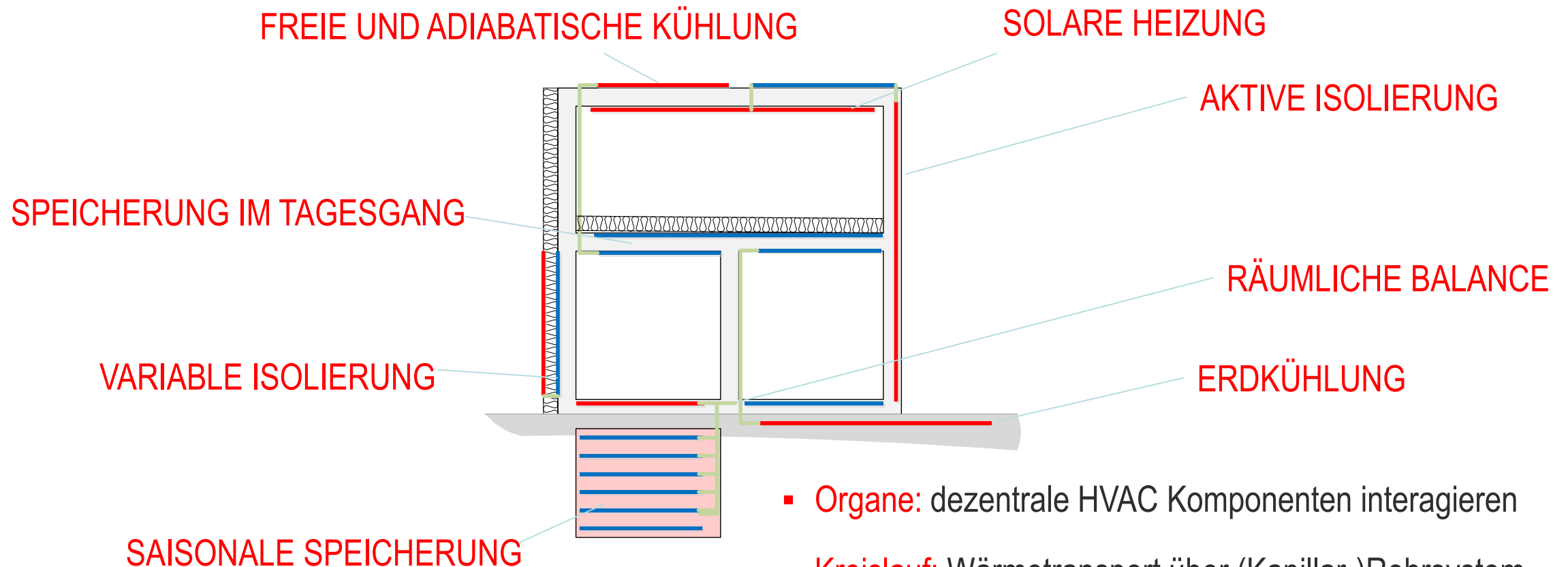
- Lebenszyklen von Anlagen und Automation bis zu 30 Jahre
- stetige Prozesse unter festem Regelregime
- Interoperabilität innerhalb eines BAS → BACnet

NEUE ANFORDERUNGEN

- Nutzer wollen auf BAS mit Smartphone zugreifen.
- Dienstleister (z.B. für Monitoring) brauchen Open Data.
- Smart Grids verlangen Interoperabilität über BAS hinaus.
- Externe Software muss mit BAS arbeiten können.



Balancierte Gebäudeklimatisierung

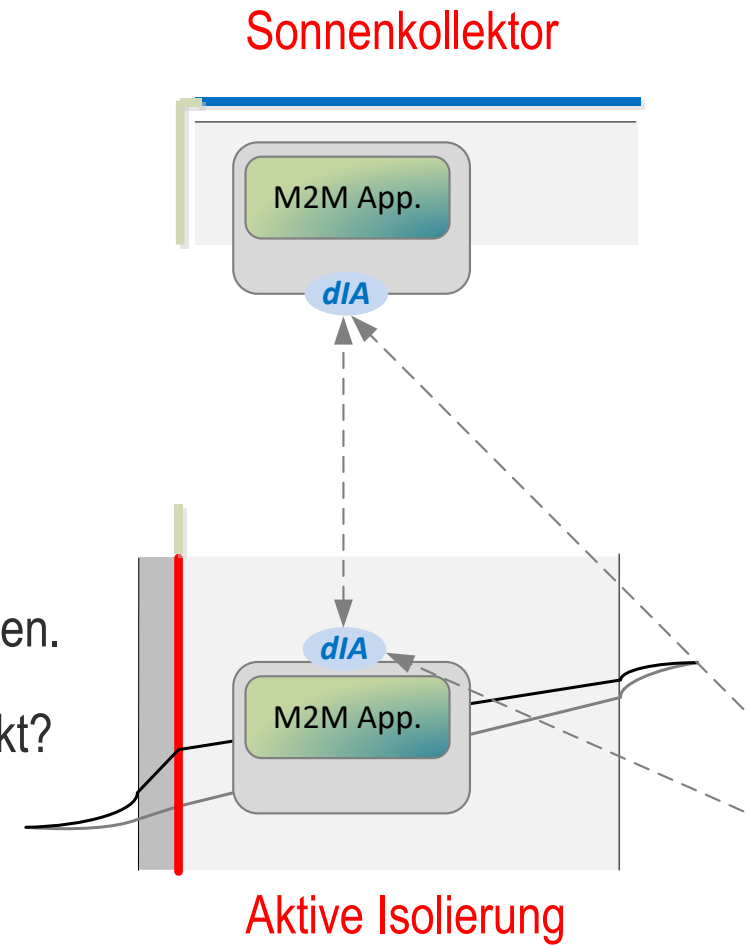


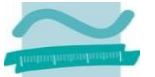
- **Organe**: dezentrale HVAC Komponenten interagieren
- **Kreislauf**: Wärmetransport über (Kapillar-)Rohrsystem
- **Nervensystem**: GA, RA, M2M-Netzwerk

Inhouse Smart Grid

Z.B. AKTIVE ISOLIERUNG UND SONNENKOLLEKTOR

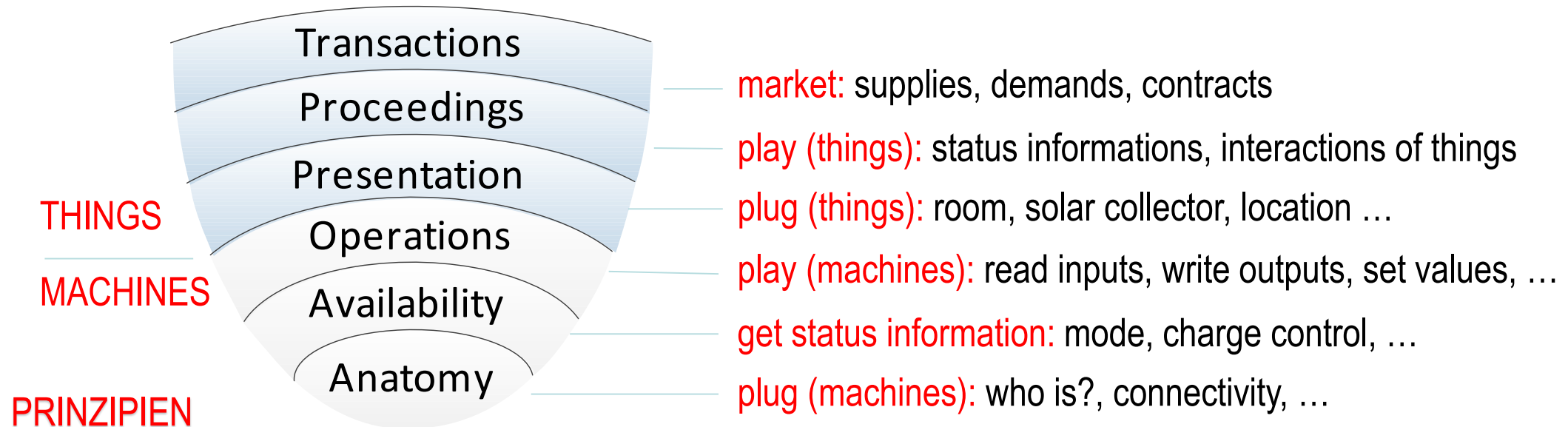
- Keine ständigen Prozesse, Witterung und Speicherverhalten relevant.
- Komponenten (Kollektor, Isolierung, ...) interagieren.
- Kollektor bietet Energie an, Isolierung meldet Bedarf an.
- Kollektor könnte auch Heizung oder Speicher beliefern.
- Isolierung könnte Energie auch aus Erdkollektor oder Speicher bekommen.
- Was ist das beste Angebot, was ist der dringendste Bedarf auf dem Markt?
- Komponenten werden Smart Appliances und treffen Entscheidungen.
- Zusätzliche Daten und BIM Support werden benötigt.





Schalenmodell

ANFORDERUNGEN



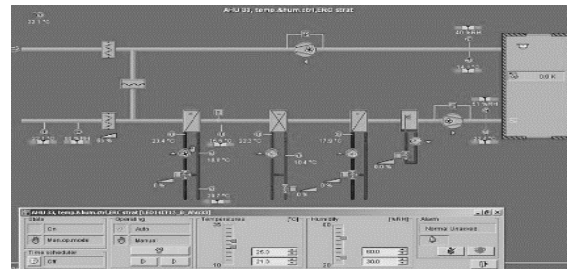
- **Schichten:** Übergang von Maschinen (Gerät A, Eingang 1) zu Dingen (Raum D127)
- **Abstraktion:** Semantik-Web Techniken, Taxonomie (Liegenschaft, Raum, Raumtemperatur...)
- **Interaktionen:** Smart Appliances interagieren auf Basis von Konstrukten wie Angebot und Bedarf

Technologiewandel

1990 ZENTRALE AUTOMATION

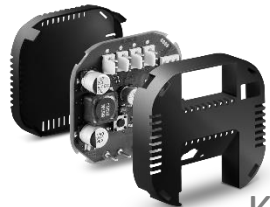


Controller



Gebäudeleittechnik

2000 RAUMAUTOMATION / VERBRAUCHSERFASSUNG



KNX



M-Bus

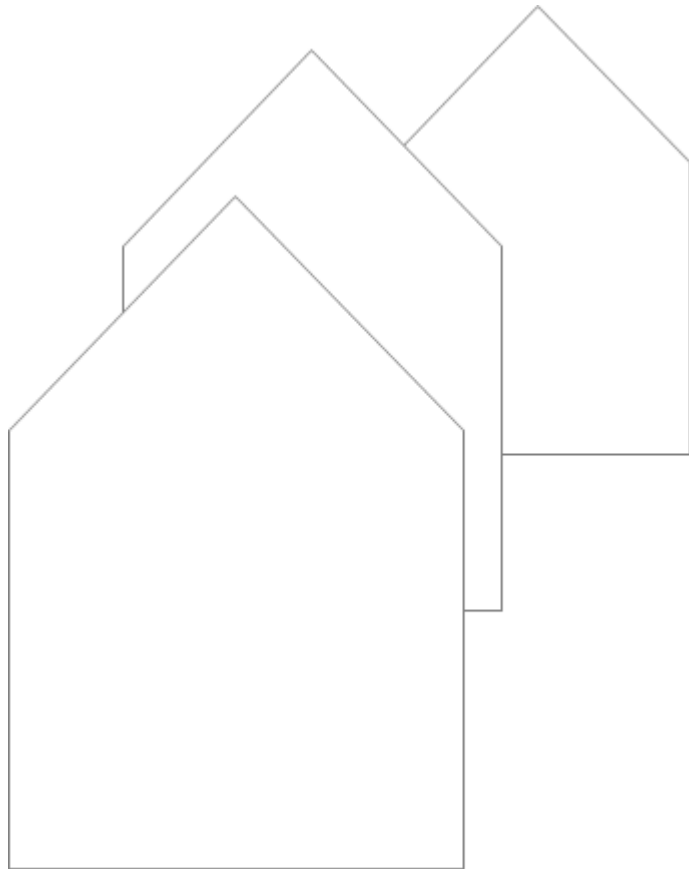
2015 SMART HOME



- mit Smartphone Ventile verfahren
- Energy Performance Data sammeln
- Apps aus dem Internet laden
- Daten im Internet of Things bereitstellen



Analyse des Energieverbrauchs



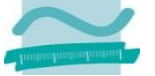
Energieverbrauch

Bedarf

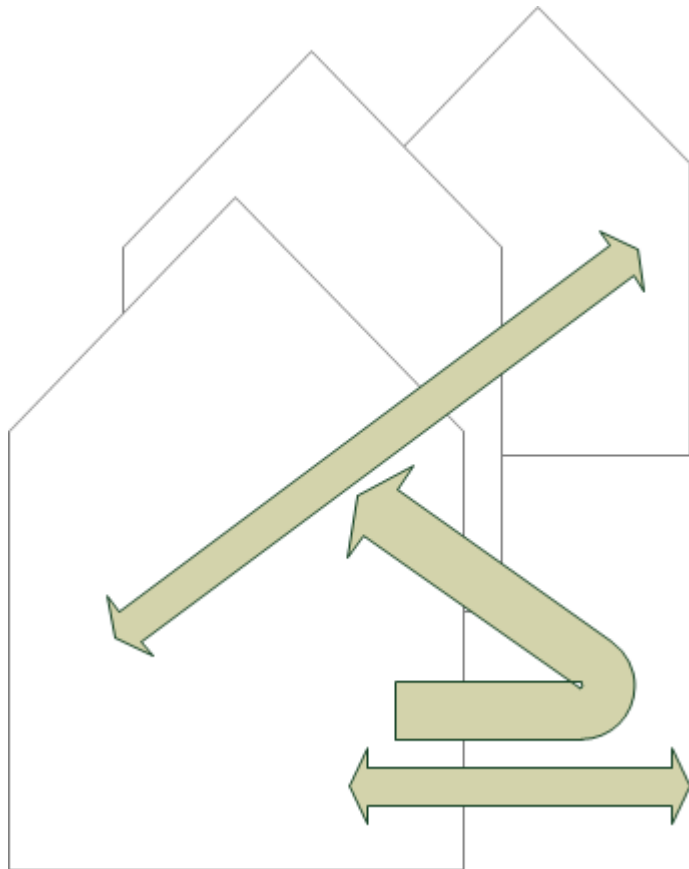
Witterung

Belegung





Kommunikationswege



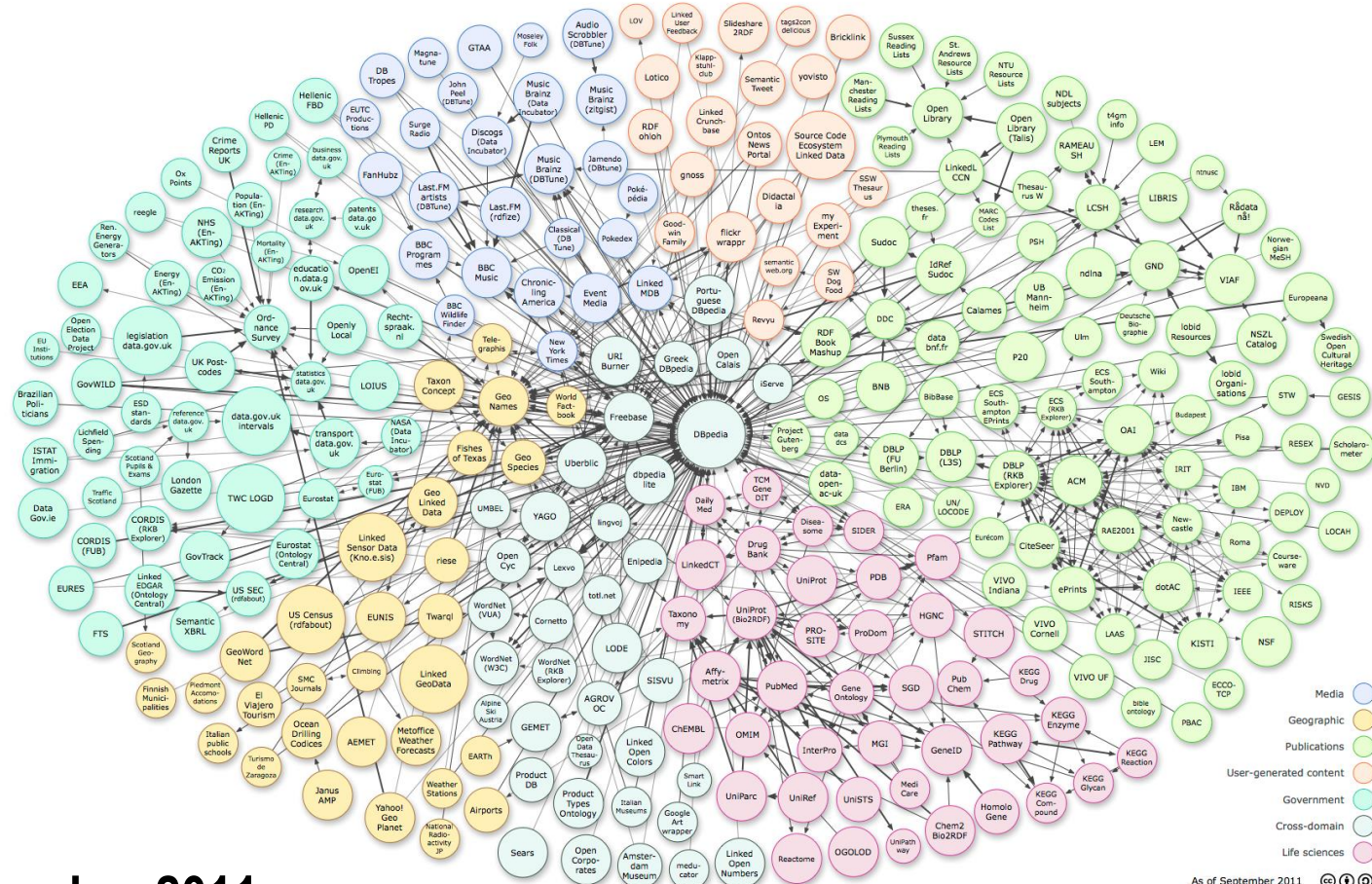
innerhalb des Gebäudes
oder der Liegenschaft

nach außen und wieder zurück

nach außen



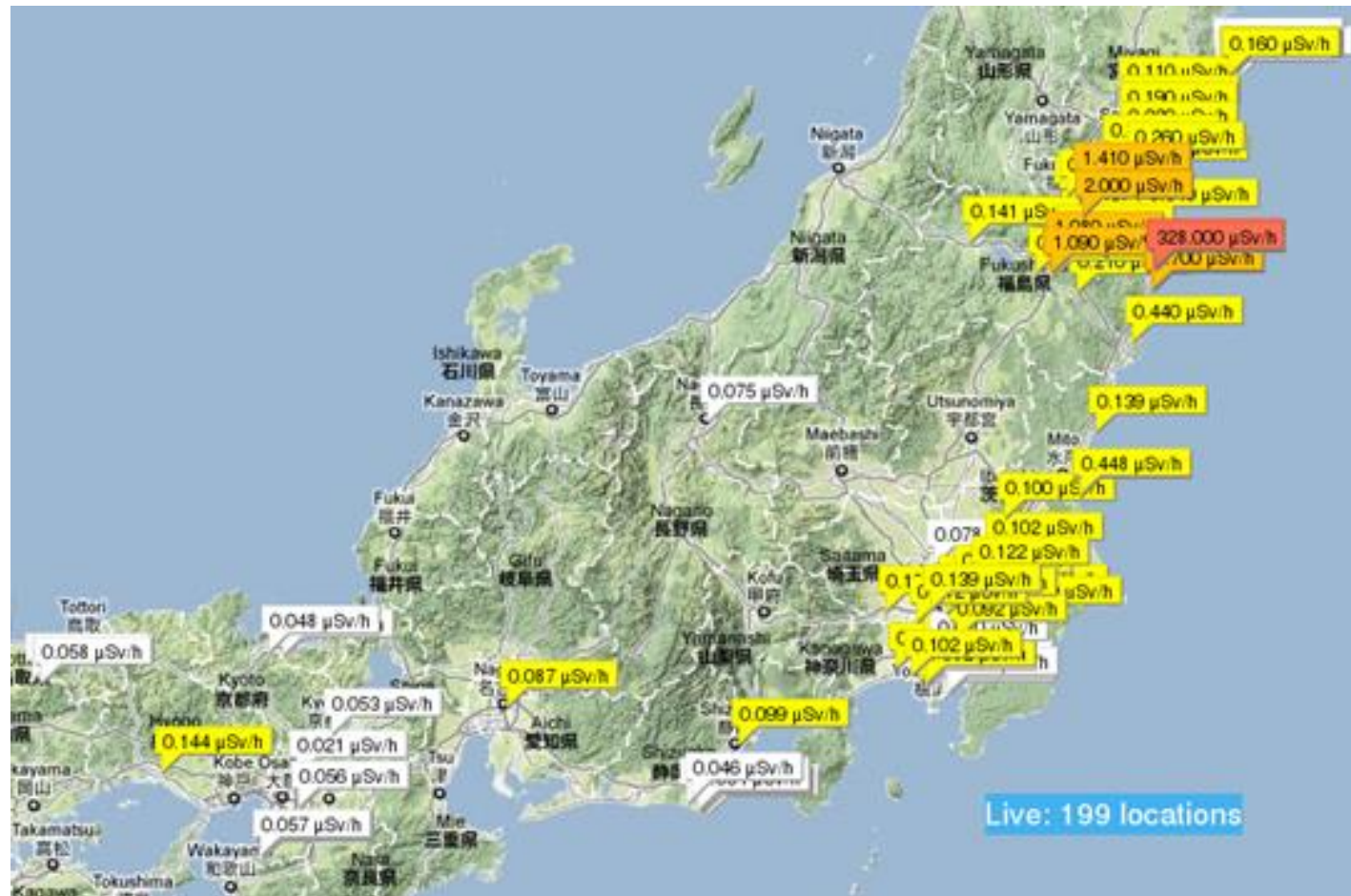
Linked Open Data (LOD) Cloud



September 2011

Linking Open Data cloud Diagram bei Richard Cyganiak and Anja Jentzsch, <http://lod-cloud.net>

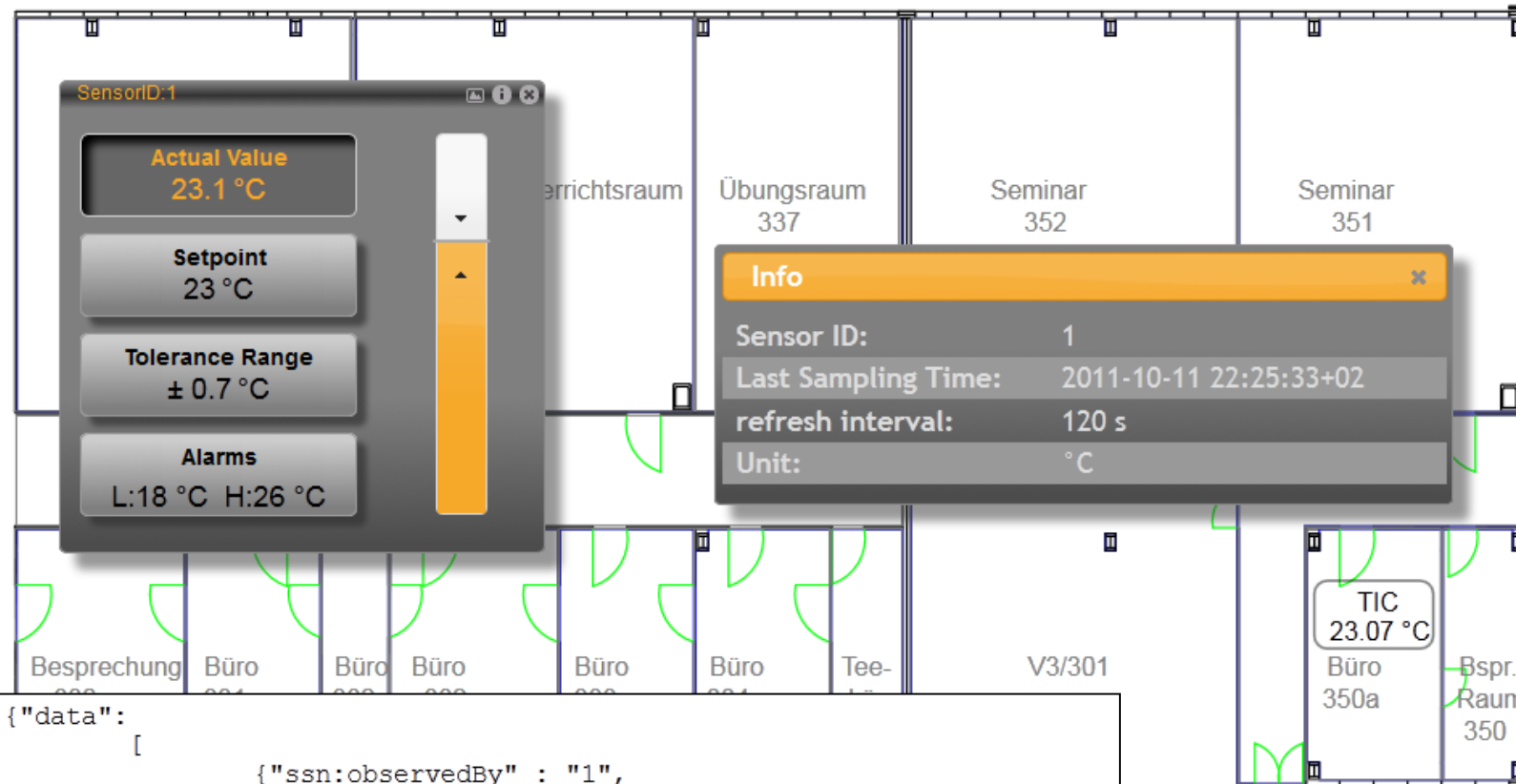
Strahlungsdaten aus Japan 2011 (ssn)



<http://japan.failedrobot.com>



ssn an der Beuth Hochschule



SensorID:1

Actual Value
23.1 °C

Setpoint
23 °C

Tolerance Range
± 0.7 °C

Alarms
L:18 °C H:26 °C

Info

Sensor ID: 1

Last Sampling Time: 2011-10-11 22:25:33+02

refresh interval: 120 s

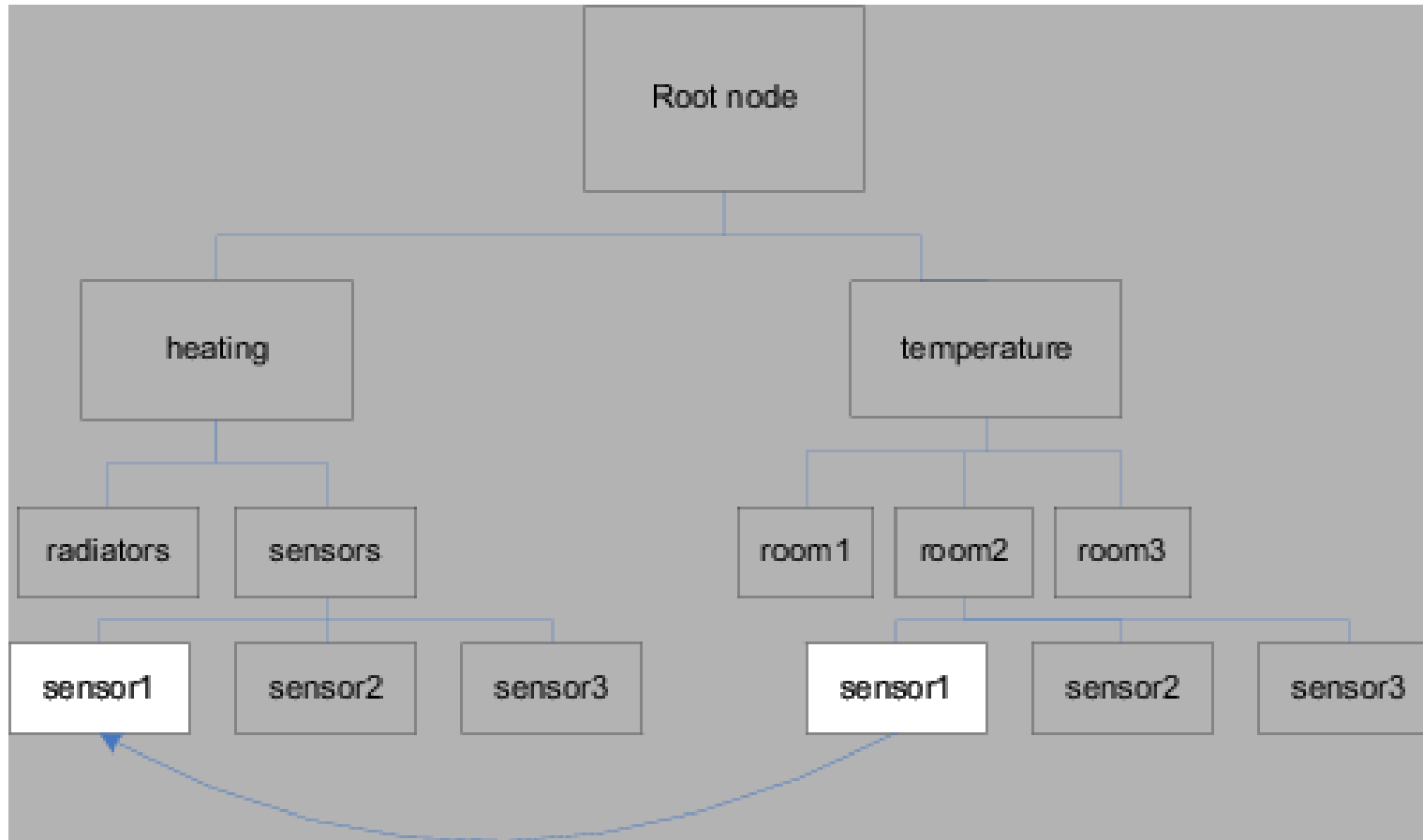
Unit: °C

```

{"data":
  [
    {
      "ssn:observedBy" : "1",
      "dul:hasRegionDataValue" : 55,
      "owl-time:inXSDDateTime" : "01-01-2000T00:00:00+00:00",
      "cop100:isParametrizedByUnit" : "qudv:degreeCelsius",
      "cop100:hasAccuracyValue" : "1"}
  ]
}
    
```



BACnet Web Services











DIENSTE

- getValue
- setValue
- getArray
- setArray
- getHistoryPeriodic
- Datenspeicherung in Nodes, Baumstruktur, Objektmodell oBIX
- XML über SOAP



Google Recipes

-  Shopping
-  Books
-  Places
-  Blogs
-  Realtime
-  Discussions
-  Recipes
-  Fewer

Ingredients	Yes	No
coconut milk	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
chicken	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lemongrass	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
chili pepper	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
duck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ginger	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rice	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
beef	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Any cook time**
- Less than 15 min
- Less than 30 min
- Less than 60 min
- Any calories**
- Less than 100 cal

[Recipes with coconut milk](#) › [Recipes with chicken](#) › [Recipes with lemongrass](#) › [Recipes with chili pepper](#)

[Thai Carrot Soup with Ginger and Lemongrass](#) 🔍



★★★★☆ 3 reviews - 30 mins

This **Thai** version of carrot soup also includes the health benefits of ginger, garlic, and lemongrass. With its potent combination of vegetables, rice, ...

Ingredients: **coconut milk, chicken, lemongrass, chili pepper**, onion, garlic

... [thaifood.about.com/.../thaisnacks/.../carrotsoup.htm](#) - Cached - Similar

[Thai green chicken curry](#) 🔍

2 hrs

This recipe makes more green curry paste than you will need for 1 dish, but it will keep for a week or so in a covered container in the fridge.

Ingredients: **coconut milk, chicken, lemongrass, chili pepper**, coriander ...

[www.bbc.co.uk/food/.../thaigreenchickencurr_93846](#) - Cached - Add to iGoogle

[Thai-Style Chicken Soup](#) 🔍



★★★★★ 5 reviews - 40 mins - 624.0 cal

Sweet and sour components balance the richness of lemon grass-and-lime-infused coconut milk, which, in turn, tempers a slow-building chile burn.

Ingredients: **coconut milk, chicken, lemongrass, chili pepper**, onion, coriander ...

[www.food.com/.../thai-style-chicken-soup-207113](#) - Cached

[Thai Chicken Soup With Coconut \(Tom Kha Kai\)](#) 🔍

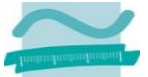


★★★★☆ 2 reviews - 50 mins - 639.1 cal

Silky texture & makes your kitchen "smell like Heaven" according to a friend of mine. Original recipe from "True Thai" Victor Sodsook.

Ingredients: **coconut milk, chicken, lemongrass, chili pepper**, ginger, lime

... [www.food.com/.../thai-chicken-soup-with-coconut-tom-kha-kai-278162](#) -



Schema.org

Recipe

Thing > CreativeWork > Recipe

A recipe. For dietary restrictions covered by the recipe, a few common restrictions are enumerated via `suitableForDiet`. The `keywords` property can also be used to add more detail.

Usage: Between 10 and 100 domains

[more...]

Property	Expected Type	Description
Properties from <code>Recipe</code>		
<code>cookTime</code>	Duration	The time it takes to actually cook the dish, in <code>ISO 8601 duration format</code> .
<code>cookingMethod</code>	Text	The method of cooking, such as Frying, Steaming, ...
<code>nutrition</code>	NutritionInformation	Nutrition information about the recipe.
<code>prepTime</code>	Duration	The length of time it takes to prepare the recipe, in <code>ISO 8601 duration format</code> .
<code>recipeCategory</code>	Text	The category of the recipe—for example, appetizer, entree, etc.
<code>recipeCuisine</code>	Text	The cuisine of the recipe (for example, French or Ethiopian).
<code>recipeIngredient</code>	Text	A single ingredient used in the recipe, e.g. sugar, flour or garlic. Supersedes <code>ingredients</code> .
<code>recipeInstructions</code>	ItemList or Text	A step or instruction involved in making the recipe.
<code>recipeYield</code>	Text	The quantity produced by the recipe (for example, number of people served, number of servings, etc).
<code>suitableForDiet</code>	RestrictedDiet	Indicates a dietary restriction or guideline for which this recipe is suitable, e.g. diabetic, halal etc.
<code>totalTime</code>	Duration	The total time it takes to prepare and cook the recipe, in <code>ISO 8601 duration format</code> .





Wandel im Internet

1977: FINGER (RFC 742)

- finger benutzername@hostname liefert Benutzernamen auf entferntem Rechner
- Entwicklergemeinde vereinbart Steuerungsinformationen, Datenformate und verbundene Aktionen

1989: WWW

- Neben smtp und ftp gibt es nur noch einen Dienst: http
- Entwicklergemeinde steckt jetzt hinter der Website, ebenso die Daten

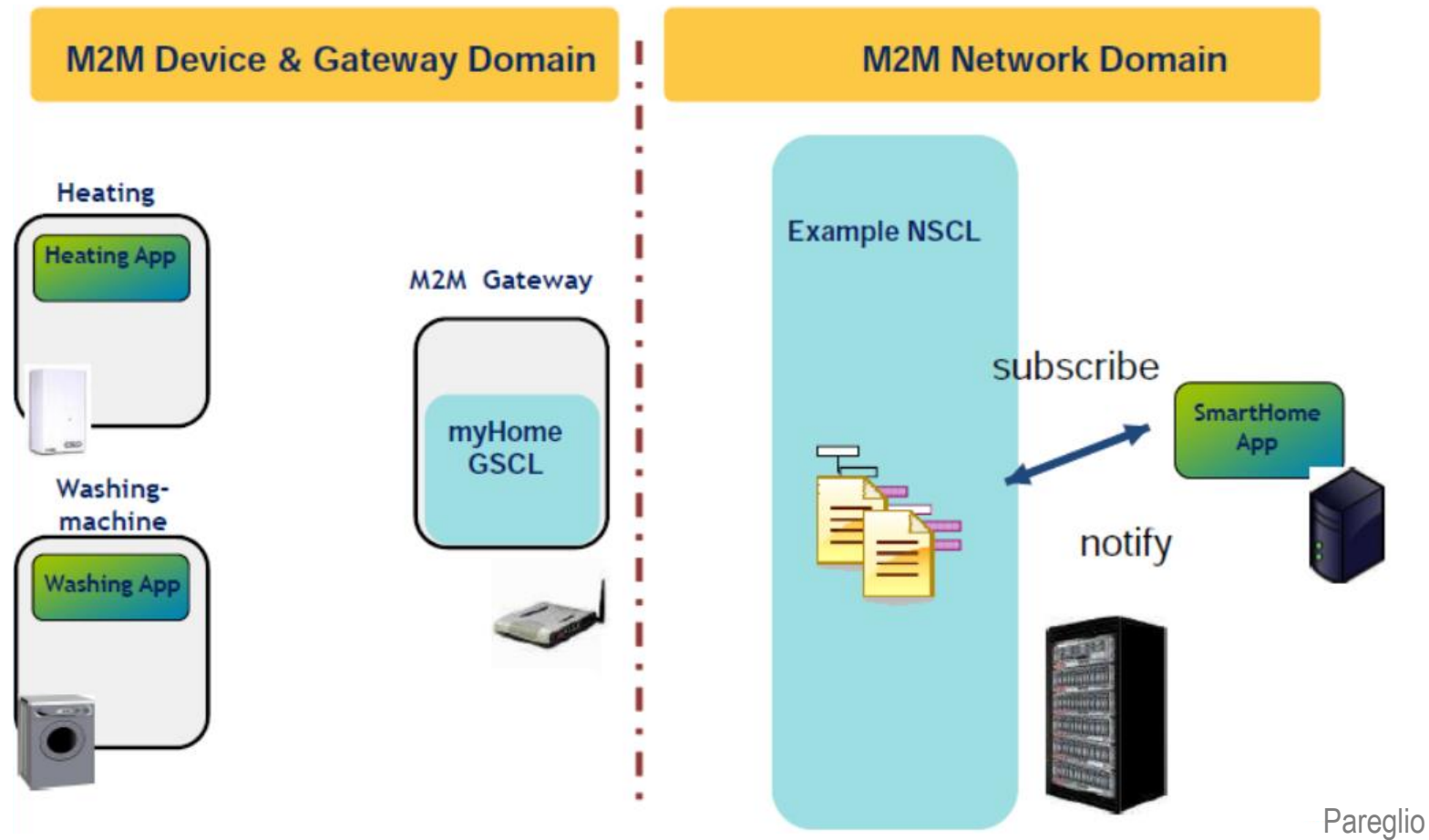
2001: SEMANTIC WEB

- Daten werden im Internet verknüpft und semantisch kodiert.
- Daten aus dem Semantic Web werden maschinenlesbar, neue Möglichkeiten für Softwareentwicklung.



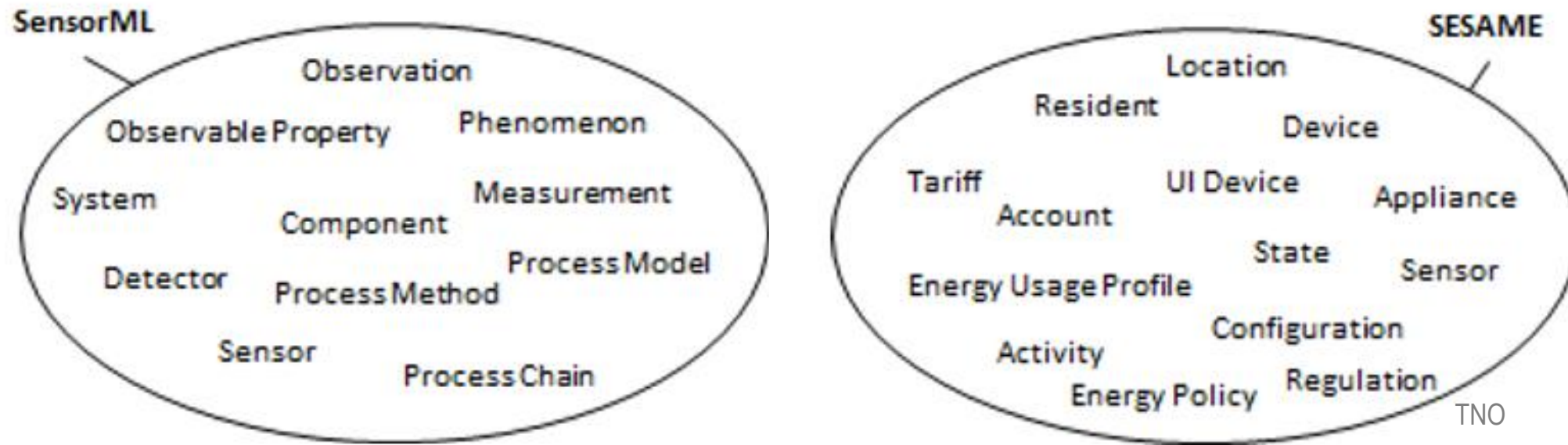


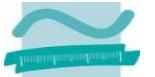
Machine To Machine



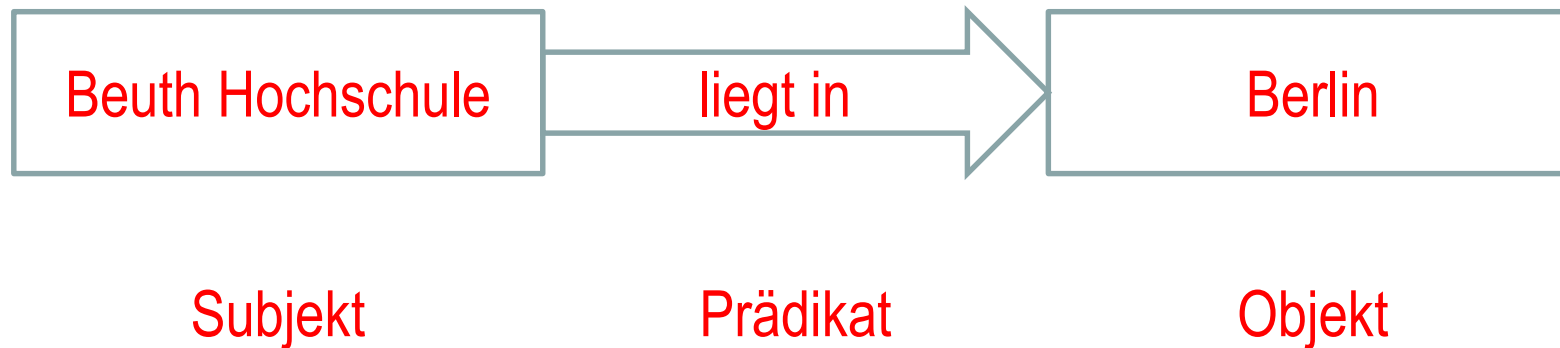


Semantic Assets



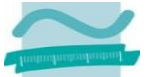


Resource Description Framework (RDF)-Triple

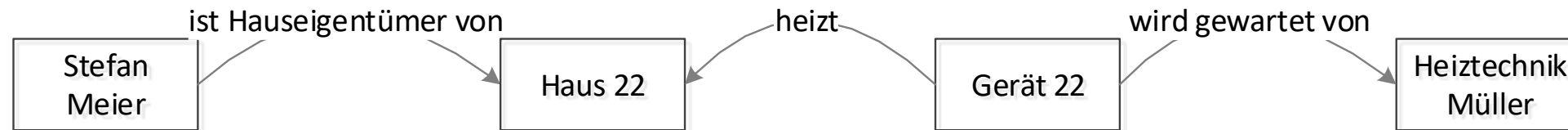


ANDERE BEISPIELE

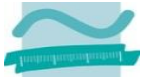
- „Gerät 22 heizt Haus 22“
- „Gerät 22 wird gewartet von Heiztechnik Müller“
- „*Stefan Meier ist Hauseigentümer von Haus 22*“



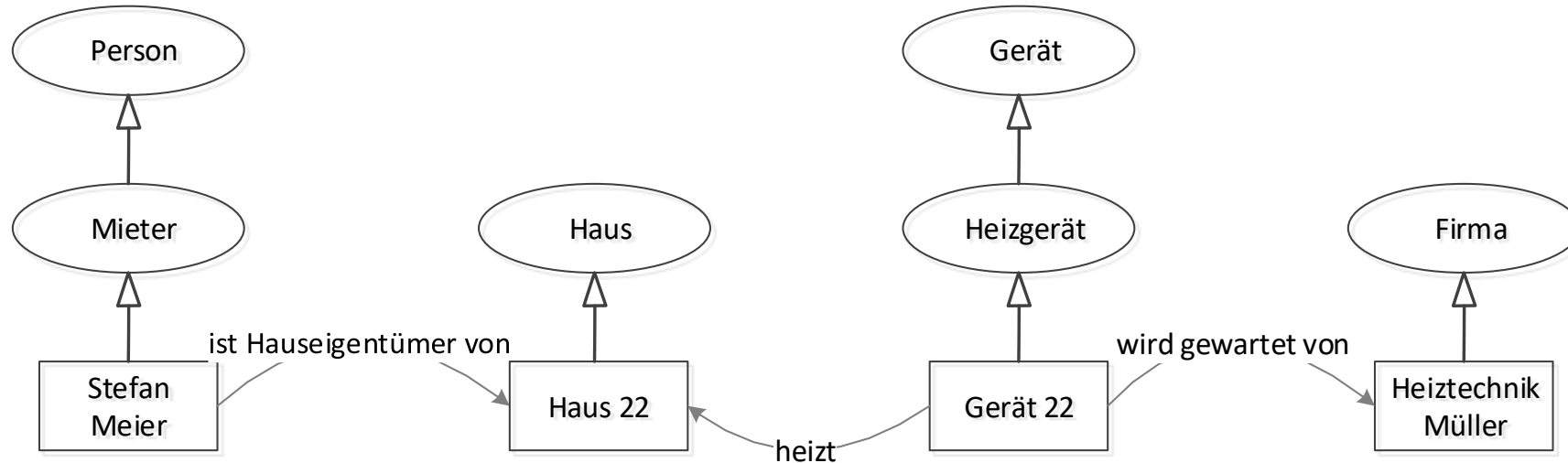
Graph mit RDF



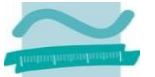
- Mit SPARQL können alle Geräte abgefragt werden, die von Heiztechnik Müller gewartet werden.
- Mensch erkennt, das Stefan Meier Mensch ist, Heiztechnik Müller eine Firma usw.
- Software braucht zusätzliche Informationen.
- Zusätzliche Informationen können an das Prädikat geknüpft werden.



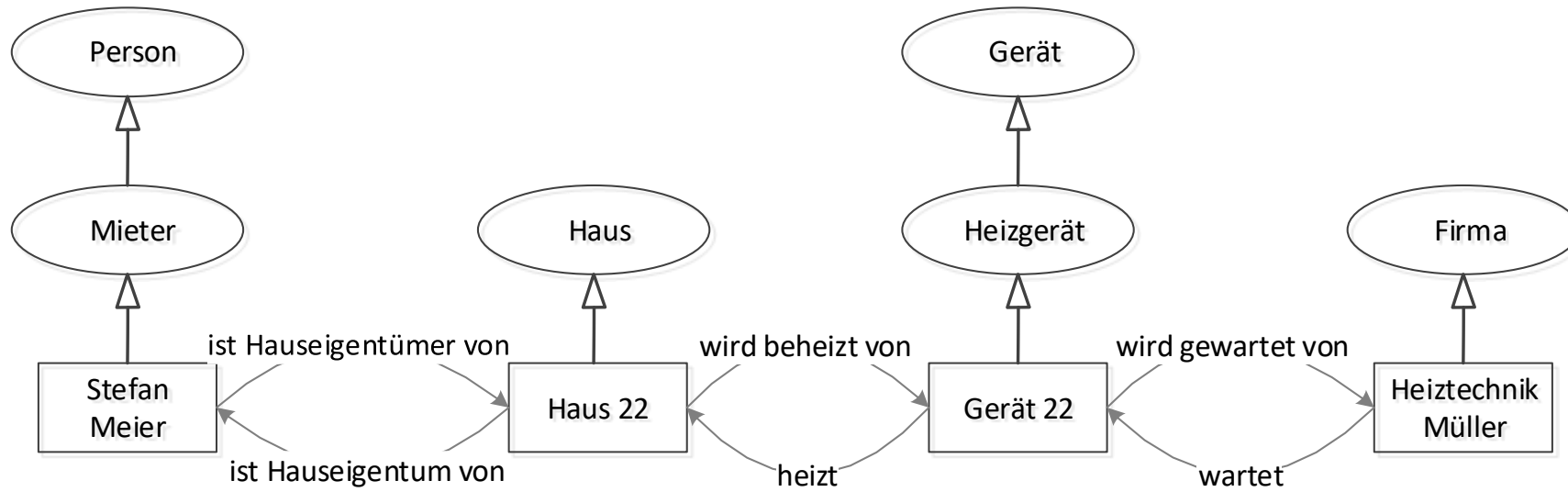
RDF Scheme (RDFS)



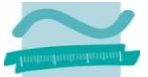
- **Klassen** werden gebildet, hier: Mieter, Haus, Heizgerät und als Oberklassen Person und Gerät.
- Für jedes Prädikat werden **Domain** (Klasse der Subjekte) und **Range** (Werte bzw. Objektbereich) definiert.
- Dadurch ist Reasoning möglich: Stefan Meier ist eine Person, Heiztechnik Meier eine Firma.
- Aber Geschäftsbeziehung zwischen Stefan Meier und Heiztechnik Müller wird nicht erkannt.



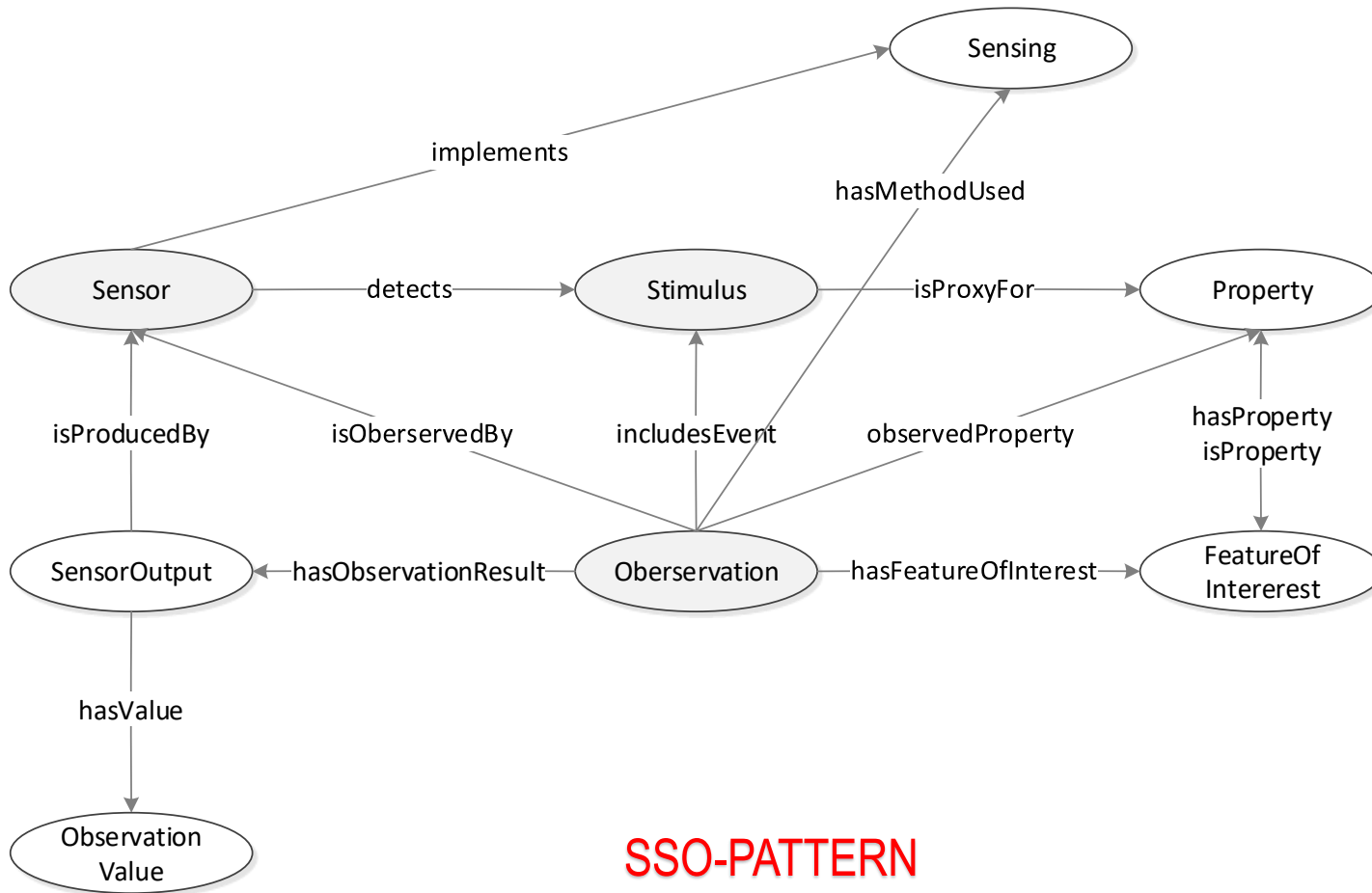
Web Ontology Language (OWL)

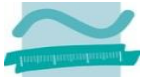


- Neue Prädikate mit neuen Triples machen die Geschäftsbeziehung deutlich, ergeben aber zu viele Daten.
- OWL liefert zusätzliche Informationen zu den Prädikaten, z.B. *inverseOf* oder *equivalentProperty*.
- Z.B. ist „wird beheizt von“ *inverseOf* „beheizt“.

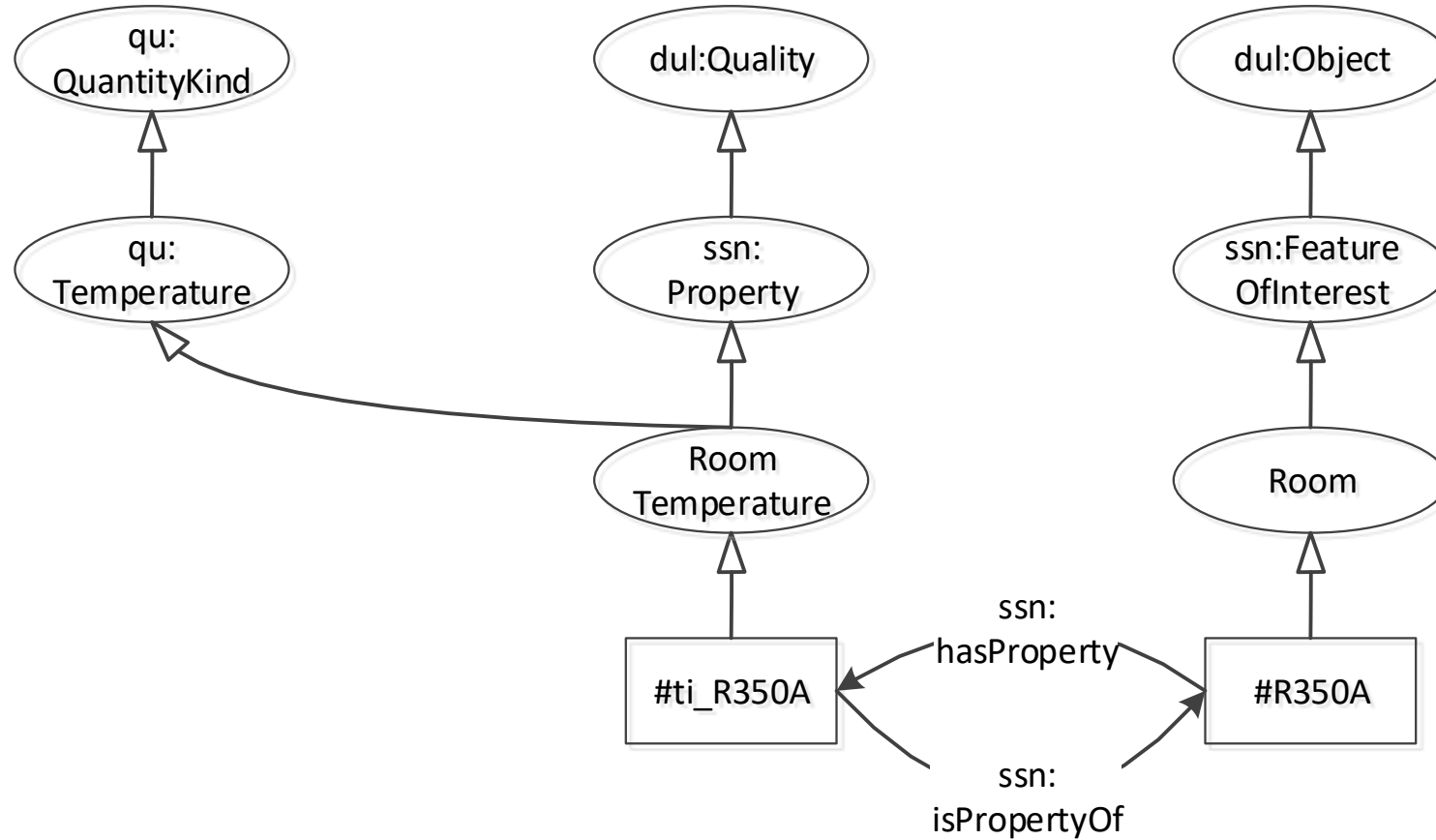


Semantic Sensor Ontology (ssn)



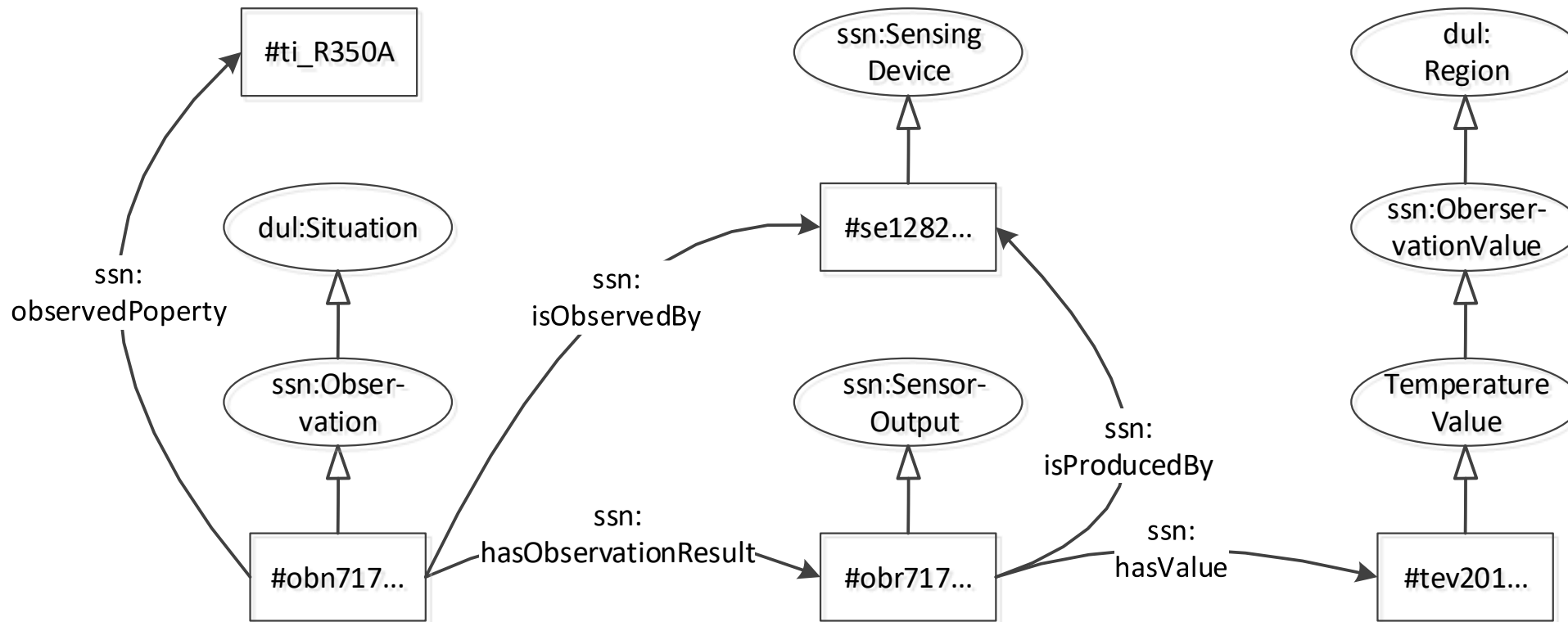


Beispiel Raumtemperaturmessung



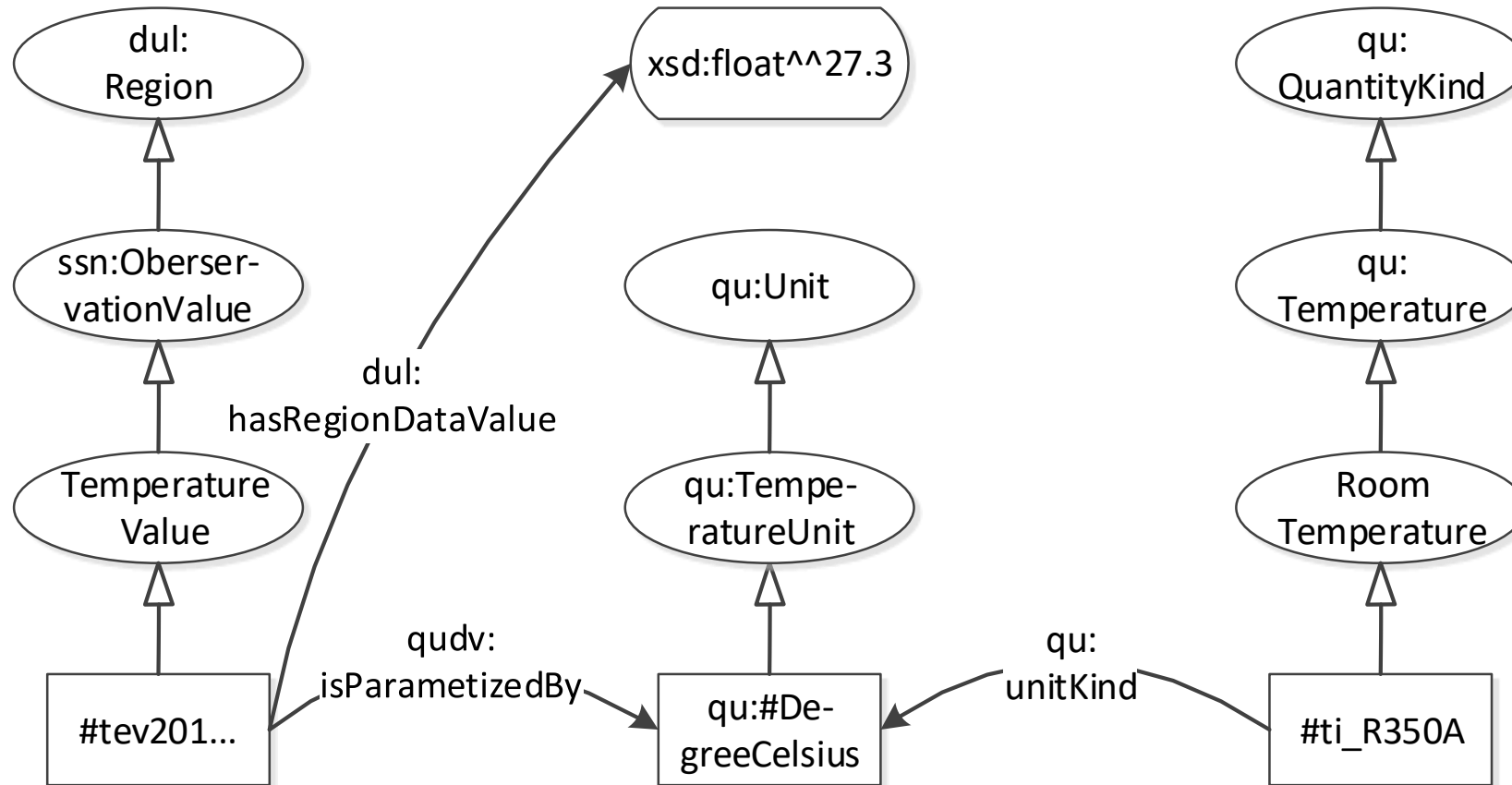


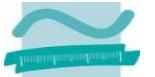
Raumtemperaturmesswert



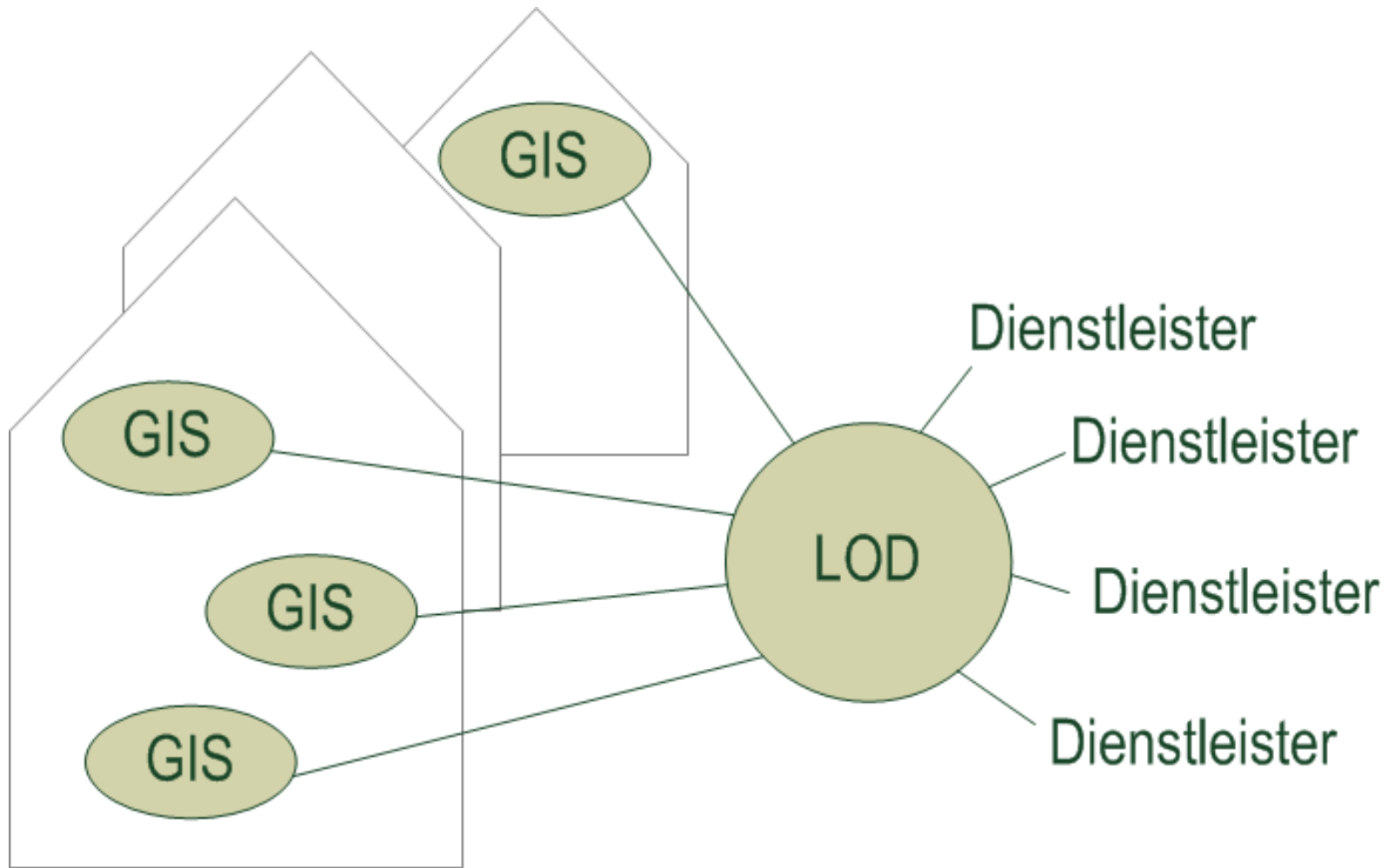


Inhalt des Messwerts





LOD im Gebäudebetrieb



Energiemanagement nach EN ISO 50001

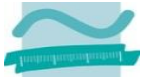


ENERGIEKENNZAHKEN (EnPI)

- Z.B. kWh PE pro Liter in Getränkefabrik
- Einführung durch TOP-Management (PLAN, ACT)
- Durchführung, Optimierung durch Energiebeauftragte (DO, CHECK)

ENERGY PERFORMANCE DATA MANAGEMENT SYSTEMS (EnPDMS)

- ISO 50001 hauptsächlich Industrie
- Zertifizierung von Energiemanagementsystemen in Gebäuden



Zertifizierung von EnP Data Management Systems (EnDMS)

ZERTIFIKAT



Industrie Service

Die Zertifizierungsstelle der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Center of Competence
bescheinigt dem Unternehmen

Kieback&Peter GmbH & Co. KG
Tempelhofer Weg 50
12347 Berlin

dass das Energiedatenerfassungssystem

Energiemanagement Version 4

den definierten Anforderungen des TÜV SÜD Standard
„Zertifiziertes Energiedatenmanagement“
Ausgabe 30.07.2010 entspricht.

Kieback & Peter Energy
Management Version 4



Zertifizierte Eigenschaften EnPDMS

Kieback & Peter Energy Management Version 4

- erfolgreiche Implementierung in mindestens einer Liegenschaft
- Plausibilitätskontrolle
- Anzeige von Verläufe von Last, Verbrauch, aktuellen Werten und Grenzwerten
- Setzen von Grenzwerten und Alarm bei Überschreitung
- Generierung von Energiekennzahlen und Energiereports
- Verwaltung von Rechnungsdaten von Energieversorgern
- Integrierte Zeitplaner, flexible Auswertungszeiten
- Kompatibel zu mindestens drei standardisierten Bussystemen
- Datenexport in Office-Anwendungen, z.B. Excel





Ausstattungsmerkmale vs. Prozesse

DIRECTIVE OF BUILDINGS PERFORMANCE (EPBD)

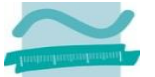
- Bewertung der Ausstattung
- Energieausweis
- keine Nutzerbeteiligung
- Ausweis über 10 Jahre
- Wirtschaftlichkeitsrechnungen
- ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS (EN 15232)
- Bewertung des BACS
- angelehnt an EPBD

ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS (EN ISO 50001)

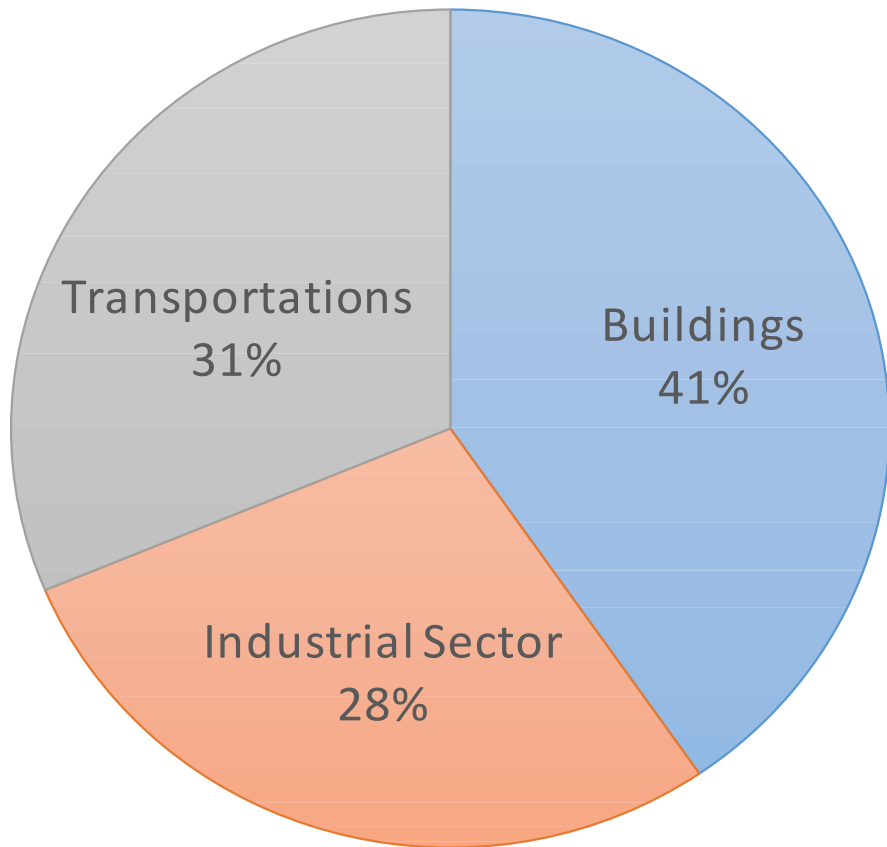
- Beurteilung durch Vergleich
- Management Reviews
- Nutzerbeteiligung
- ständiger Verbesserungsprozess
- abgeleitet von Qualitätsmanagement ISO 9001

EnP DATA MANAGEMENT SYSTEMS (EN XXX)

- Unterstützung von EnM Abläufen durch BACS
- Anpassung von EN ISO 50001 an Gebäude



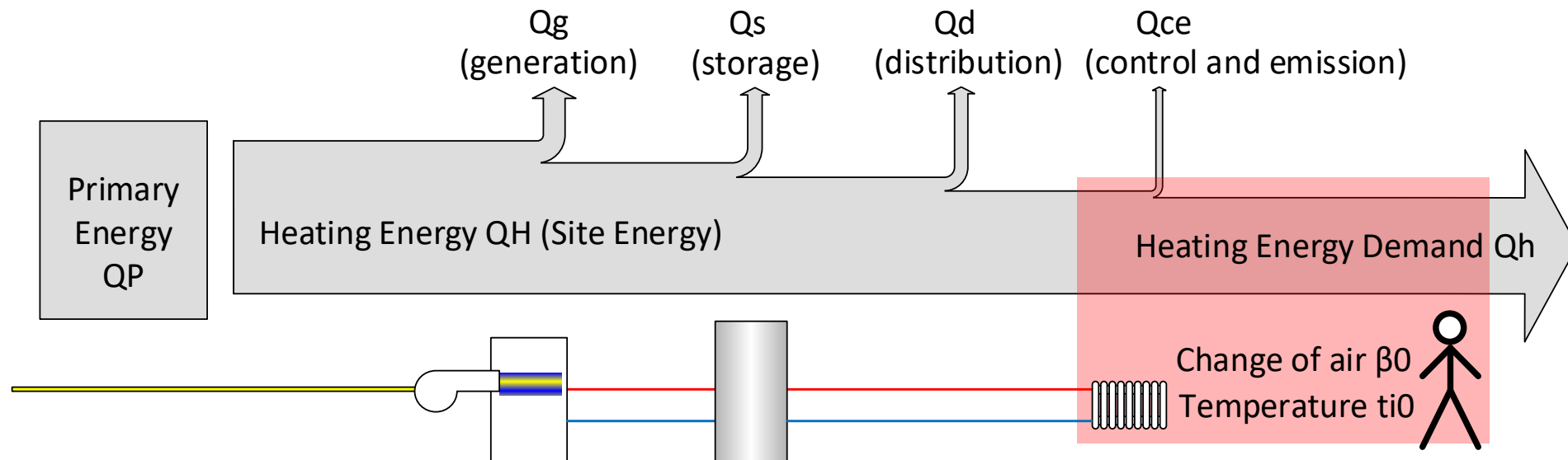
Handlungsfeld Raumbeheizung



Endenergieverteilung EU 2010 (BDH)

- Gebäude größter Energieverbraucher
- Steigende Tendenz
- Vorbildfunktion von öffentlichen Gebäuden
- größter Verbraucher im Gebäude: Raumbeheizung
- Anteil von ca. 30 % am gesamten Energieverbrauch
- hohe Einsparungen durch Betriebsoptimierung
- Optimus-Studie 2004: ca. 20 %
- Energie Contractings: mehr als 30 %
- z.B. 33% an der Beuth Hochschule von 2003-2013

Einsparungen nach EnEV-Berechnung



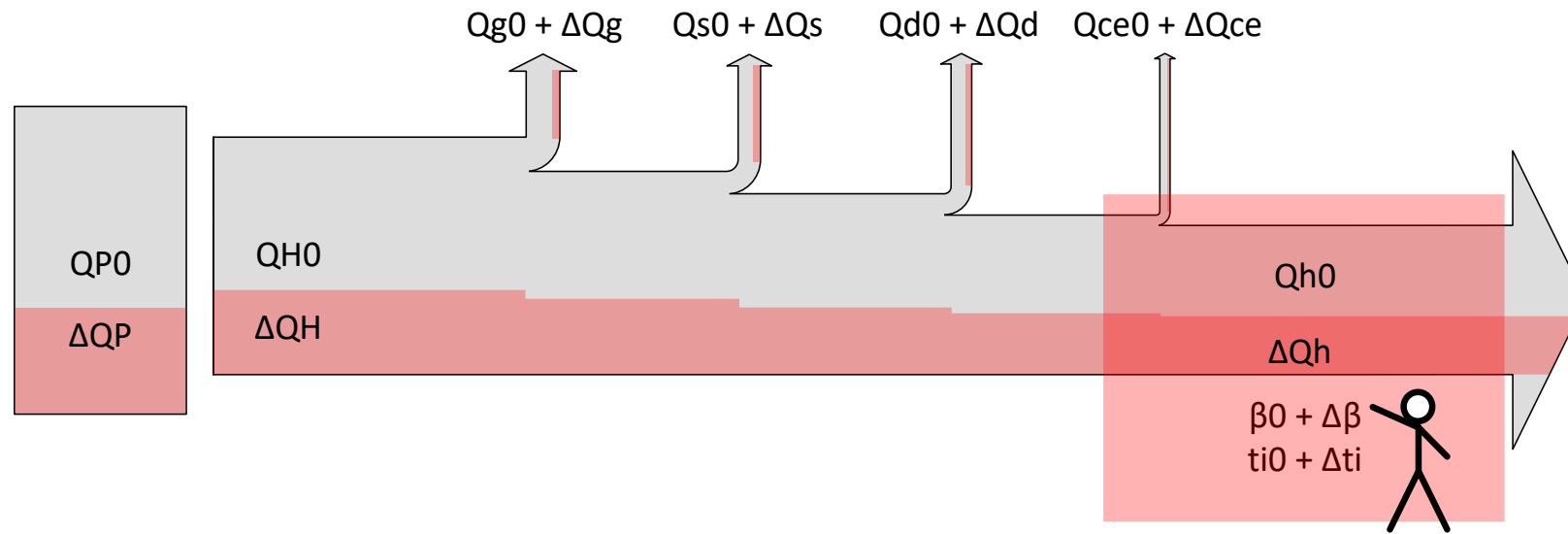
MASSNAHMEN

- Hydraulischer Abgleich
- Anpassung der Vorlauftemperatur

AUSWIRKUNGEN

- verminderte Verluste um höchstens 5 %
- keine Erklärung der tatsächlichen Einsparung

Einsparungen in der Praxis



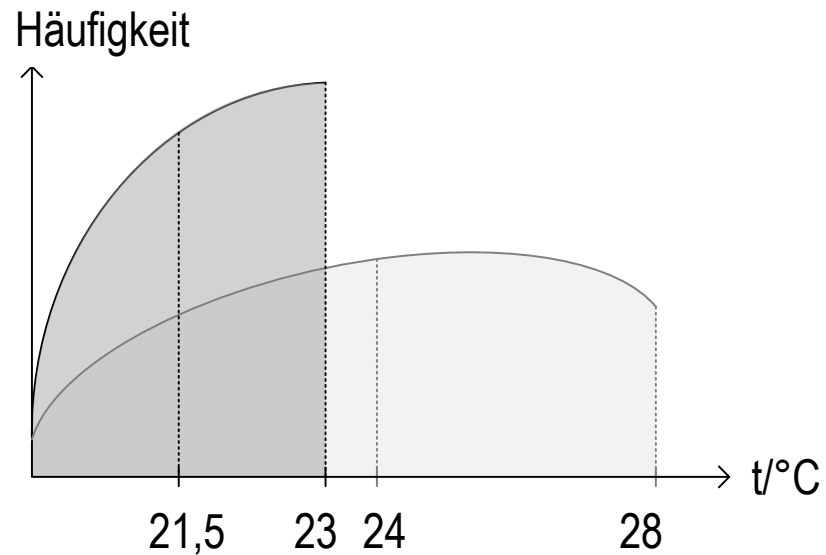
REALE SITUATION

- zu hohe Raumtemperatursollwerte und Ist-Werte
- zusätzliche Verluste durch zu lange Fensteröffnung

EINSPARUNGEN IN DER PRAXIS

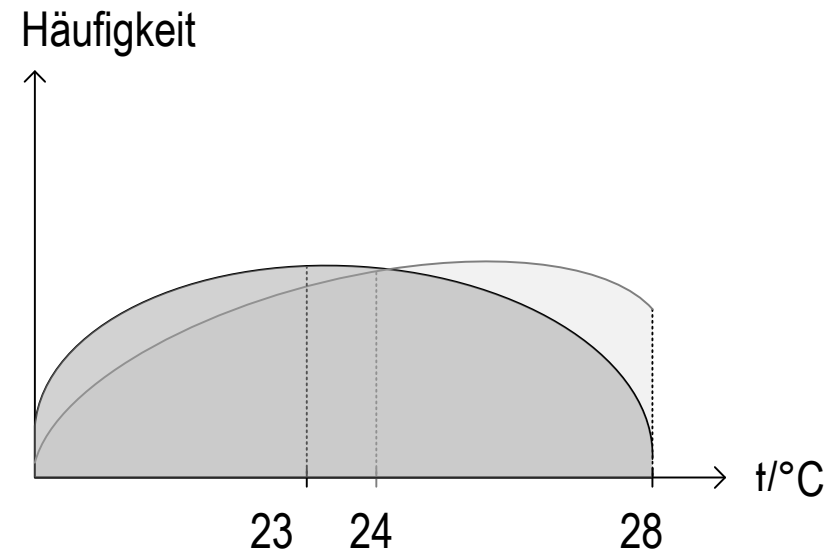
- zu hohe Sollwerte werden nicht mehr erreicht
- zu lange Fensteröffnung führt zu Auskühlung

Mechanismus der Energieeinsparung



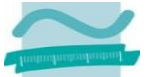
BETRIEBSOPTIMIERUNG

- verringerte maximale Temperatur
- niedrigere mittlere Temperatur



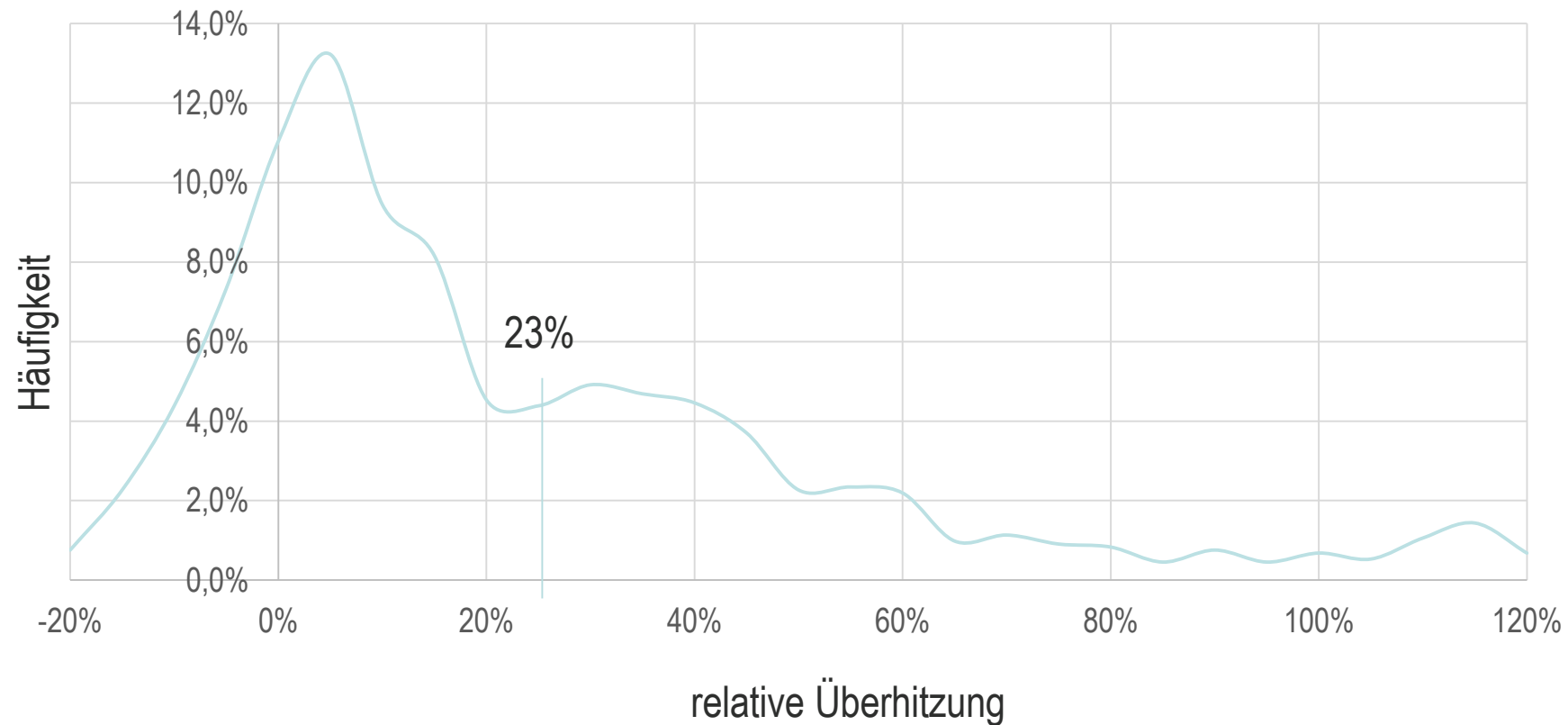
NUTZERBETEILIGUNG

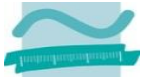
- Einbeziehung der Nutzer als Energiesparpartner
- niedrigerer Verbrauch bei gleicher Höchsttemperatur



Überhitzungsprofil Beuth Hochschule

Beuth Hochschule, Häuser Beuth, Grashof (OG8-12), Kurfürstenstraße 2013-2015





HeatMap - Nutzereinstellungen

Willkommen bei der HeatMap der Beuth-Hochschule Berlin

Um aktiv und effektiv am HeatMap Projekt teilzunehmen, loggen Sie sich bitte auf der rechten Seite ein. Nutzen Sie dazu Ihren Zugangsnamen, den Sie von der Beuth-Hochschule bekommen haben (HRZ-Account). Sofern Sie für dieses Projekt erfasst und angemeldet sind, können Sie die Daten ihres Raums betrachten. Falls Sie sich nicht einloggen möchten und nur die HeatMap ansehen wollen, drücken Sie Bitte den nachfolgenden Button:

Benutzerkennung *

fraass

Passwort *

••••••••

Login

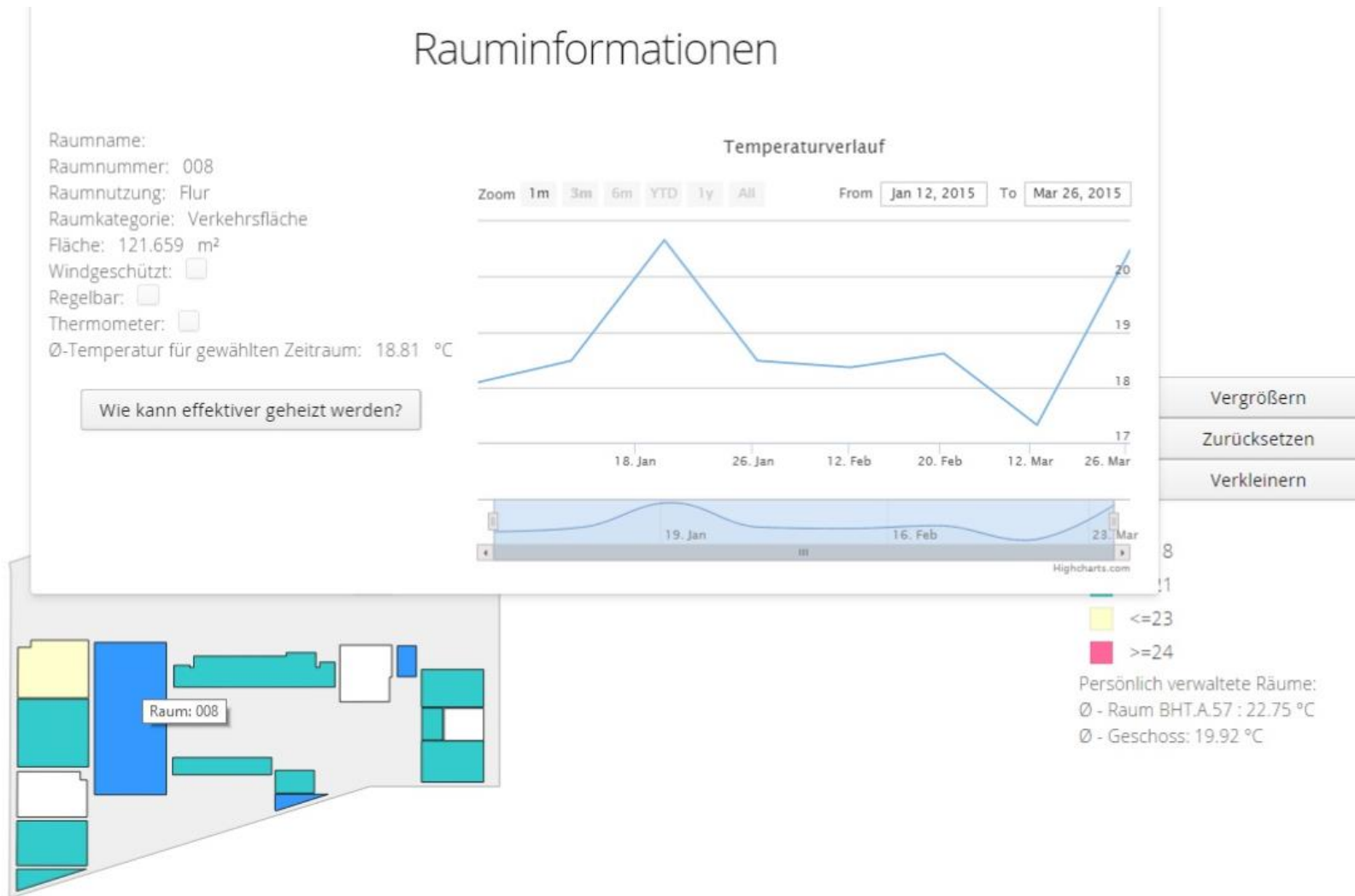
HeatMap ansehen

Aktuelle Einstellungen:

Raum	Freigabe
BHT.A.143	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> Detaillierte einzelraum - freigabe ▼ </div>

Auswahl speichern

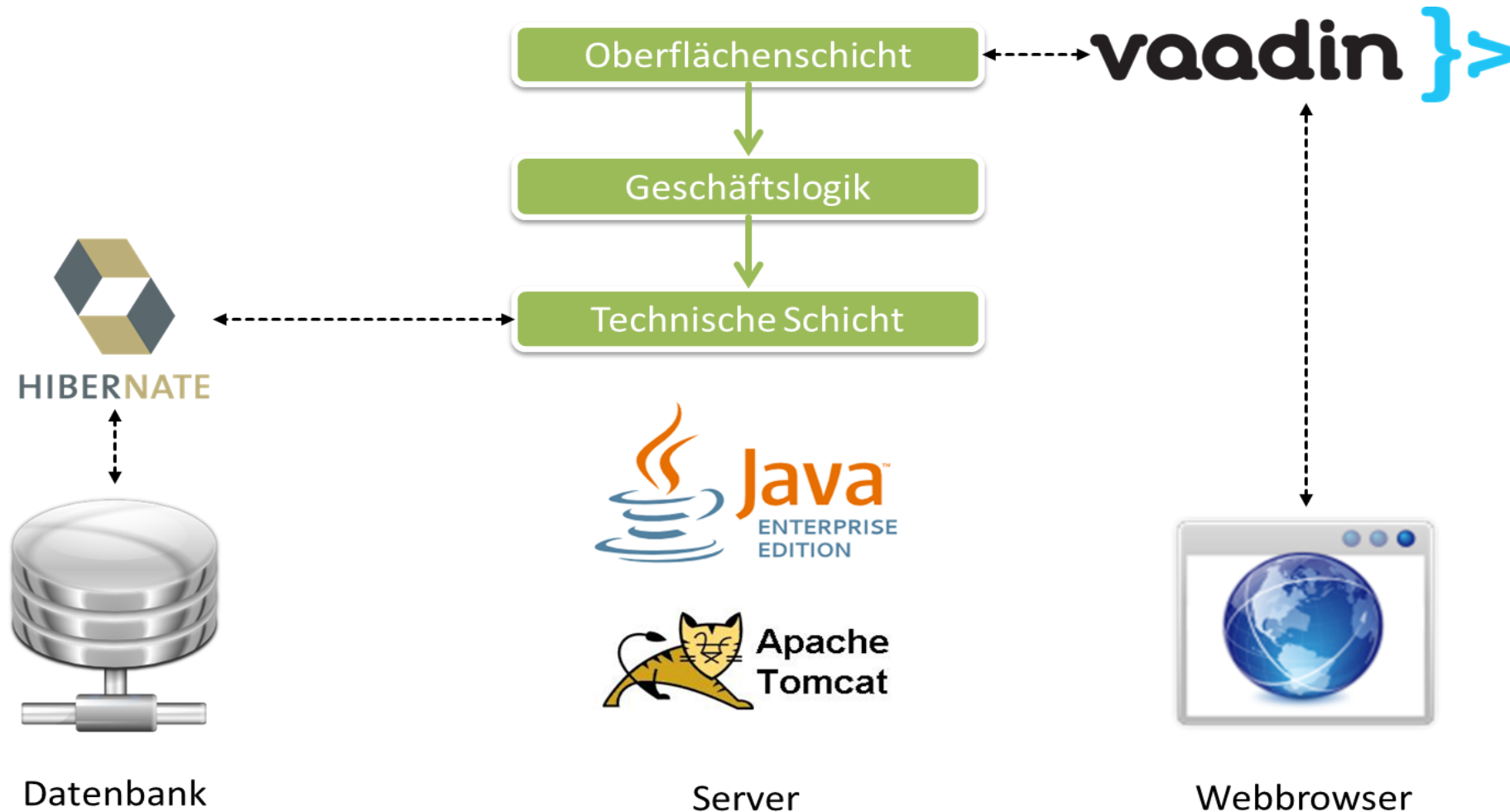
Rauminformationen



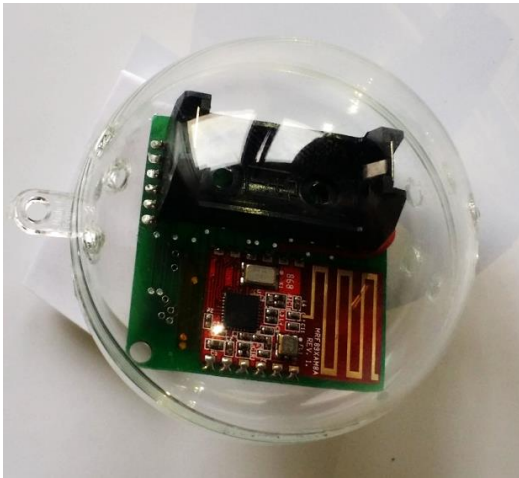
- Vergleich:
 „meine Raumtemperatur, mittlere Raumtemperatur in meinem Geschoss“
- Trendplot:
 „Wann hat mein Raum welche Temperatur? Passt das zur Nutzung?“
- Information:
 „Wie kann ich effektiver heizen?“
 z.B.:
 „Wie stelle ich das Thermostatventil richtig ein?“



HeatMap - Serverstruktur



HeatMap - Funknetzwerk

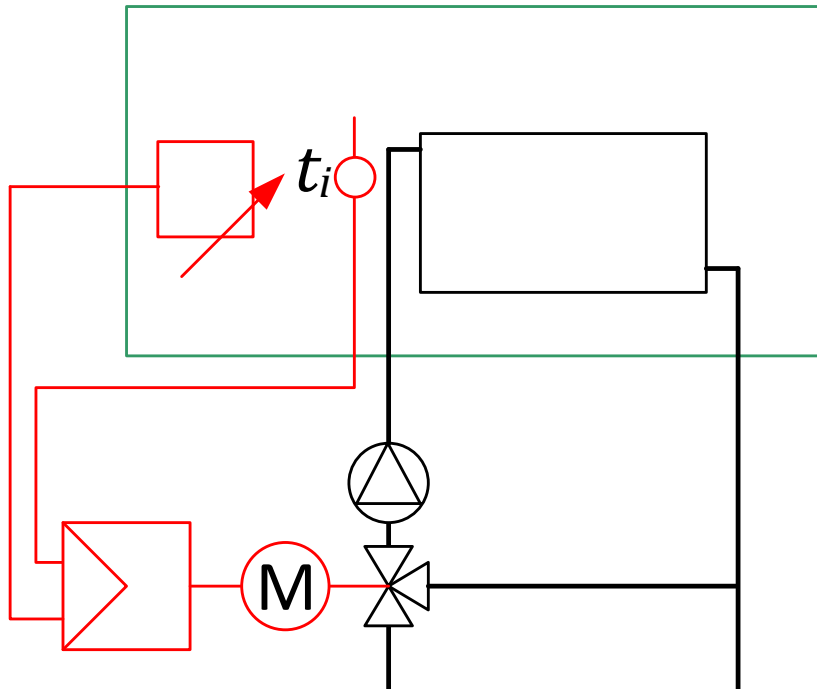


Funksensor
1. Generation

EVOLUTIONÄRES KONZEPT

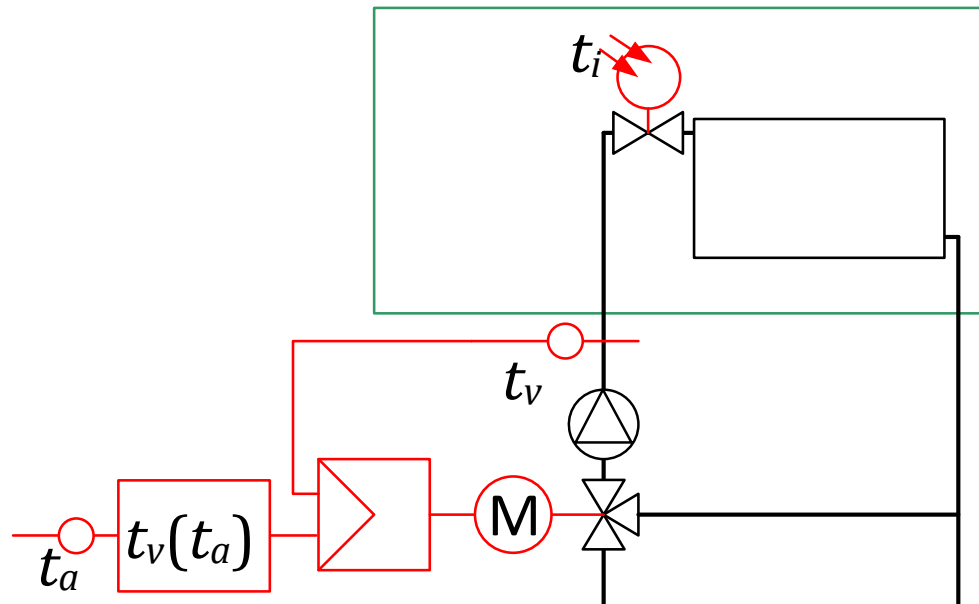
- Erstausstattung mit loggenden Tags (2. Generation BLE)
- Auslesung durch Begehungen
- Zweitausstattung mit durchgehendem Netzwerk
- Ausbau des Netzwerks mit Aktoren -> Einzelraumregelung
- Heizkreiseinbindung -> LCB
- Ausbau der HeatMaps für andere CAFM-Anwendungen

Zentrale Raumtemperaturregelung



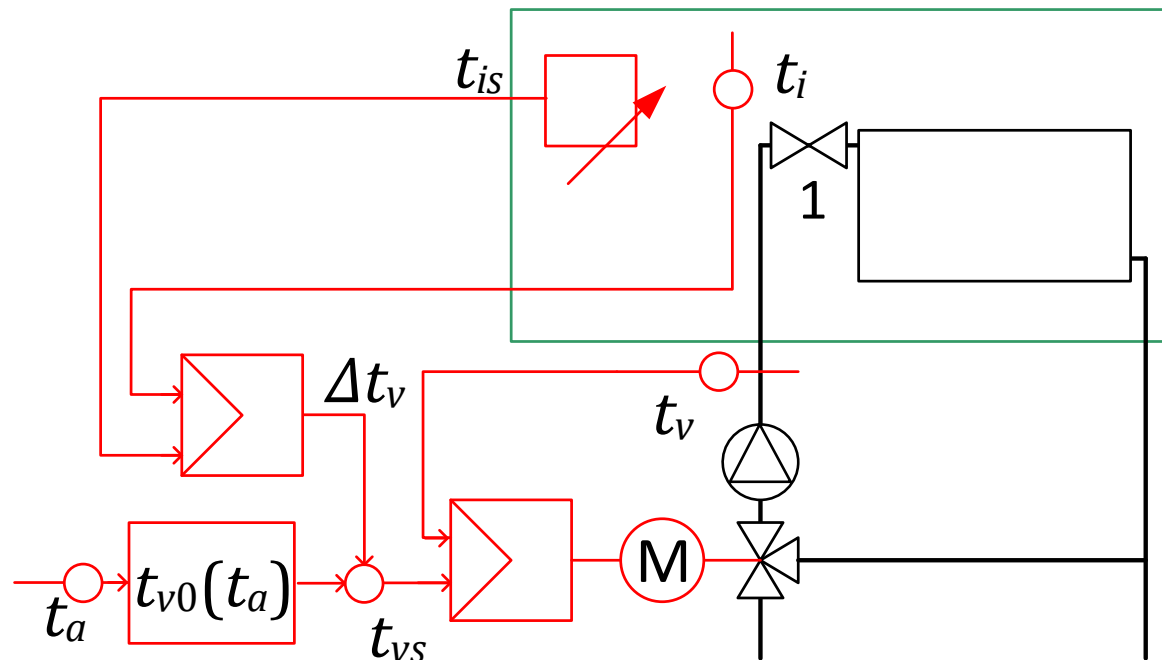
- Heute nur noch in Gasetagenheizungen üblich.
- Nachteile:
 - In größerem Gebäude oft kein geeigneter Referenzraum zu finden, z.B. aufgrund des Sonnengangs.
 - Lange Fließwege zwischen Heizkreismischer und Raum schaffen hohe Totzeit und somit hohen Schwierigkeitsgrad.
- Vorteile:
 - Automatische Begrenzung des Verschwendungspotentials, Vorlauftemperatur immer nur so hoch wie benötigt.
 - Abschaltbetrieb in Nichtnutzungszeiten durch Vorgabe von Sollwerten, z.B. 10°C oder 5°C, die nicht erreicht werden.

Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung



- Heute übliches Prinzip in Sammelheizungen.
- Vorteile:
 - Besonders leichte Regelstrecke.
 - Klare Aufgabentrennung Vorlauf-/Raumtemperaturregelung.
- Nachteile:
 - Hohes Verschwendungspotential bei zu hoher Heizkurve.
 - Nachtabenkung bei Frost nur mit reduzierter Leistung.

Busgestützte Regelung



RAUMTEMPERATURRREGELUNG

- Referenzraum öffnet Ventil: $H = 1$
- alle anderen Räume: Zweipunktregelung

RAUMTEMPERATURRREGELUNG

- Referenzraum öffnet Ventil: $H = 1$
- alle anderen Räume: Zweipunktregelung

KASKADIERUNG

- Führungsregler liefert Δt_v .
- Folgeregler verändert H .



Evolutionäres Konzept

INFORMATION

- Zentrales und dezentrales Monitoring wie bei HeatMap
- Einrichten von Portalen für Betreiber und Nutzer

AUTOMATION

- Erhöhung des dezentralen Automationsgrads, Zugriff auf Heizkörperventile
- Einrichten von Nutzungs- und Sollwertprofilen in Portalen

INTEGRATION

- Koppeln von dezentraler und zentraler Regelung im Netz
- Einrichten von Schnittstellen für Drittanbieter

