

Integration von UPnP und CAFM im Anwendungsbereich der Gebäudeautomation

DR.-ING. ASBJÖRN GÄRTNER

RPTU KAISERSLAUTERN



12.09.2024

36.GLT Anwendertagung
Stuttgart · 11.09. - 13.09.2024



Übersicht

- > Zur Person
- > Einleitung, Situation und Motivation
- > Facility Management – CAFM-Systeme
- > Integration von IT-Systemen – speziell CAFM, BIM und GA
- > UPnP-Integrationsmodell
- > Praktische Umsetzung und Simulation
- > Ergebnis, Nutzen und kritische Betrachtung
- > Potenziale durch KI
- > Fazit und Ausblick

Zur Person

Dr.-Ing. Asbjörn Gärtner

- > Postdoc-Wissenschaftler, Schwerpunkt Digitalisierung im Immobilien- und Facility Management, Fachgebiet Immobilienökonomie, RPTU Kaiserslautern
- > Dozent im Zertifikatsstudium BIM, Hochschule Karlsruhe
- > Consulting, Training & Coaching im Bereich Digitalisierung im FM
- > Mitglied im Arbeitskreis „Digitalisierung“ der gefma
- > Publikationen und Vorträge zum Thema Integration von BIM, CAFM und GA (Auszug):
 - > White Paper - GEFMA RL 930 „Smart Building“, Beitrag „Smart Building - Definition und Ziele“
 - > White Paper - GEFMA RL 929 „KI im Immobilienmanagement“, Beitrag „Anwendungsszenarien“
 - > White Paper - GEFMA RL 928 „IoT im Facility Management“, Beitrag „Anwendungsfelder“
 - > BIM World Munich – Digital Real Estate Management
 - > INservFM Kongress und Workshop, Mesago
 - > Handbuch Facility Management, Hüthig Jehle Rehm Verlag
 - > Facility Management – Das Branchenjahrbuch, F.A.Z.-Institut

Einleitung



Einleitung



Einleitung

Gebäudebetrieb und Systeme

Facility Management

- > wirtschaftlicher und nachhaltiger Betrieb von Liegenschaften
- > Beitrag zu Energieeffizienz, Sicherheit und Komfort
- > Einsatz geeigneter Instrumente, Werkzeuge und Technologien

CAFM-Systeme

- > IT-gestützten Gebäudebewirtschaftung
- > operative und strategische Unterstützung von FM-Prozessen
- > Dokumentation (Betreiberverantwortung)

Gebäudeautomationssysteme (GA)

- > intelligente Überwachung und Steuerung gebäudetechnischer Anlagen
- > Einsatz von IoT und gewerkeübergreifender Vernetzung (Smart Building)

Einleitung

Situation und Motivation

Ausgang

- > Parallelbetrieb von Gebäudeautomation (GA) und CAFM-Systemen

Problem

- > doppelte Datenerfassung, redundante Datenhaltung
- > vielfältige Netzwerk-Infrastruktur
- > Vielzahl an (klassischen) GA-Technologien und –protokollen
- > Gerätesteuerung aus CAFM-System heraus nicht möglich


Idee

- > Integration von GA und CAFM durch Technologiekopplung mit vorhandenen Standards
- > Interdisziplinarität (E-Technik, Informatik und FM) mit fachspezifischer CAFM-Ausrichtung


CAFM-Systeme

Dashboards, KPIs, Reports


Building Metrics Kosten pro Fläche Mietfläche




Boston Medical Center
2.396,20
228,00



US-MA-BED-EC-50
564,84
24,00



TGD Manufacturing 2
373,05
184,00



US-MA-BED-EC-33
347,95
132,00

Flächenmanagement

- Portfolio- und Flächenmanagement
- Globales Portfolio Dashboard
- Raumkonsole
- Daten bearbeiten
- Gebäude, Geschosse und Räume
- Raumattribute-Änderungskonsole
- Raumtypen und -kategorien definieren
- Raumtypen und -kategorien zuweisen
- Bereiche und Abteilungen zuweisen
- Raumerfassungen überprüfen
- Raumprozentsätze bearbeiten

Anlagen-/IH-Management

- Anlagenmanagement
- Objekt-/Geräte-Registrierung
- Objekt-/Geräte-Inventarisierung
- Geräte und Inventar verwalten
- Standardgeräte verwalten
- Gerätesysteme-Konsole
- Anlagenbuch
- Anlagenbestand
- Wartungshistorie
- Ausfallanalyse
- Zählerverwaltung

Aufgaben und Service Desk

- Service Desk
- Service Desk Ticket erstellen
- Service Desk Ticket ansehen
- Aufgaben und Workflows**
- Auftragskonsole
- Überfällige Aufgaben
- Aufgabenliste
- SLA / Workflow definieren
- Arbeitsteam Leistungsbericht
- Reportgenerator**
- Reports generieren

Belegung/Umzug

- Einzelumzüge
- Einzelumzug anfordern
- Einzelumzug prüfen
- Einzelumzug ausführen
- Einzelumzug **Globales Portfolio-Dashboard**
- Gruppen
- Gruppen
- Gruppen
- Gruppen
- Gruppen
- Umzugs
- Umzugs
- Umzugs

Warnungen Portfolio

- 1 Mietverträge: Fällig diese Woche
- 2 Mietverträge: Fällig diesen Monat
- 1 Optionen: Fällig diesen Monat
- 0 Optionen: Fällig diese Woche

Warnungen Anlagen/IH

- 23 Arbeitsteams: Mit weniger als 85 % Leistungseinhaltung
- 2 Regulatorische Maßnahmen: Fällig diese Woche
- 10 Anforderungen: Eskaliert
- 10 Arbeitsteams: Mit weniger als 85 % Kundenzufriedenheit

Portfolio Metrics

Metrisch	Aktuell	Veränderung	Veränderung pro Jahr
Immobilien CapEx (pro Bruttofläche)	€1,93	€0,19	€0,00
Immobilien Betriebsausg.	€1.120M	-€34M	-€224
Gemietet gegenüber Eigentum (%)	0%	0%	0%

Assistent zur Ansichtserstellung

0. Laden (Optional) 1. Typ auswählen 2. **Muster auswählen** 3. Daten auswählen 4. Eigenschaften festlegen 5. Vorschau 6. Speichern 7. Veröffentlichen (Optional)

Wählen Sie für diesen Ansichtstyp ein angemessenes Muster aus

- Tabellenbericht - Zusammenfassung
- Detail - Bericht - Zusammenfassung
- Ein Zusammenfassungsdiagramm (2D)

- Diagramm - Zusammenfassung
- Detail - Diagramm (2-dimensional)


Globales Portfolio-Dashboard

Geografische Region < Auswählen Geografische Region > Land Standort Gebäudenutzungsart < Auswählen Gebäudenutzungsart >

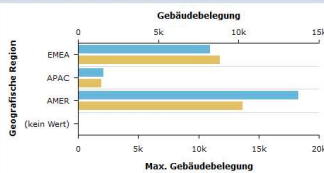
KPI: Immobilie

- Gebäude: 170
- Bruttofläche m²: 667.016
- % vermietet: 78,8
- Immobilienzustandsindex - gewichteter Durchschnitt: 0,072
- Summe der Mietvertragsverbindlichkeiten: €292.712.970
- Summe der Betriebskosten: €139.189.050
- Maximale Mitarbeiteranzahl des Gebäudes: 31.205
- Gebäudebelegung: 20.404
- Freie Arbeitsplätze (in Prozent): 35
- Durchschn. Fläche je Mitarbeiter m²: 53
- Kosten nach Fläche: €1,97

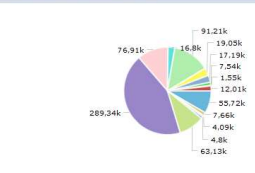
Betriebskosten



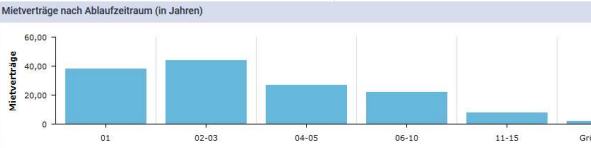
Belegung nach Geografische Region




Fläche (m²) nach Gebäudenutzung




Mietverträge nach Ablaufzeitraum (in Jahren)



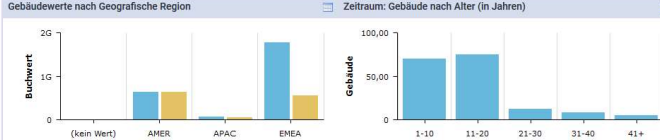
Eigene/gemietete Gebäude nach Geografische Region



Karte



Gebüdwerte nach Geografische Region



Zeitraum: Gebäude nach Alter (in Jahren)



Bildquelle: eigene Screenshots aus Archibus

CAFM-Systeme

Flächenmanagement (Fläche, Belegung, Umzug), Flächen aus CAD

Raumkonsole

3D anzeigen | Markierungen: Raumkategorien | Ränder: Keines | Kennzeichnungen: Personal

Standorte: Letzte | Neu hinzufügen | Filter

BOSMED | GESCHOSS | RAUM

BEREICH | ABTEILUNG | NICHT ZUGEWIESEN

Nur freie

Gebäude	Geschoss	Raumfläche m²	Kapazität	Belegung	Anzahl nach Raum
<input type="checkbox"/> BOSMED	01	45.376,43	121	100	203
<input checked="" type="checkbox"/> BOSMED	02	43.954,69	129	119	206
<input type="checkbox"/> BOSMED	03	41.229,59	0	0	178
		130.560,71	250	219	587

Unternehmen: Einschränken auf BOSMED

Gebäude	Geschoss	Raum	Raumfläche m²	Bearbeiten
BOSMED	01	100VES	76,06	
BOSMED	01	101	732,56	
BOSMED	01	102	85,87	
BOSMED	01	103	155,11	
BOSMED	01	104	180,70	
BOSMED	01	104CHS	22,27	

Seite 1 von 6 | Vor >>

Gesamte Datensätze: 587

130.560,71

Bildquelle: eigener Screenshot aus Archibus

CAFM-Systeme

Flächenmanagement (Fläche, Belegung, Umzug), Flächen aus BIM

Bildquelle: eigener Screenshot aus Archibus

BIM Authoring Tool

The screenshot displays a BIM software interface with a 3D model of a building. A large blue arrow points to the interface with the text "BIM- Schnittstelle, Bidirektionaler Austausch".

Standorte Table:

Gebäude	Geschoss	Raumfläche m ²	Kapazität	Belegung	Anzahl nach Raum
<input checked="" type="checkbox"/> NB	01	40.810,84			244
<input checked="" type="checkbox"/> NB	02	51.291,61			245
<input checked="" type="checkbox"/> NB	03	25.711,31			
<input checked="" type="checkbox"/> NB	04				

[NICHT ZUGEWIESEN] Table:

[NICHT ZUGEWIESEN]	Administrative Services	Administration	Business Development	Business Administration	Corporate Management	Electronic Sys.
8,79	9.797,67	1.390,92	2.630,64	6.961,37	4.502,30	32.794,91
1	46	6	5	39	20	180

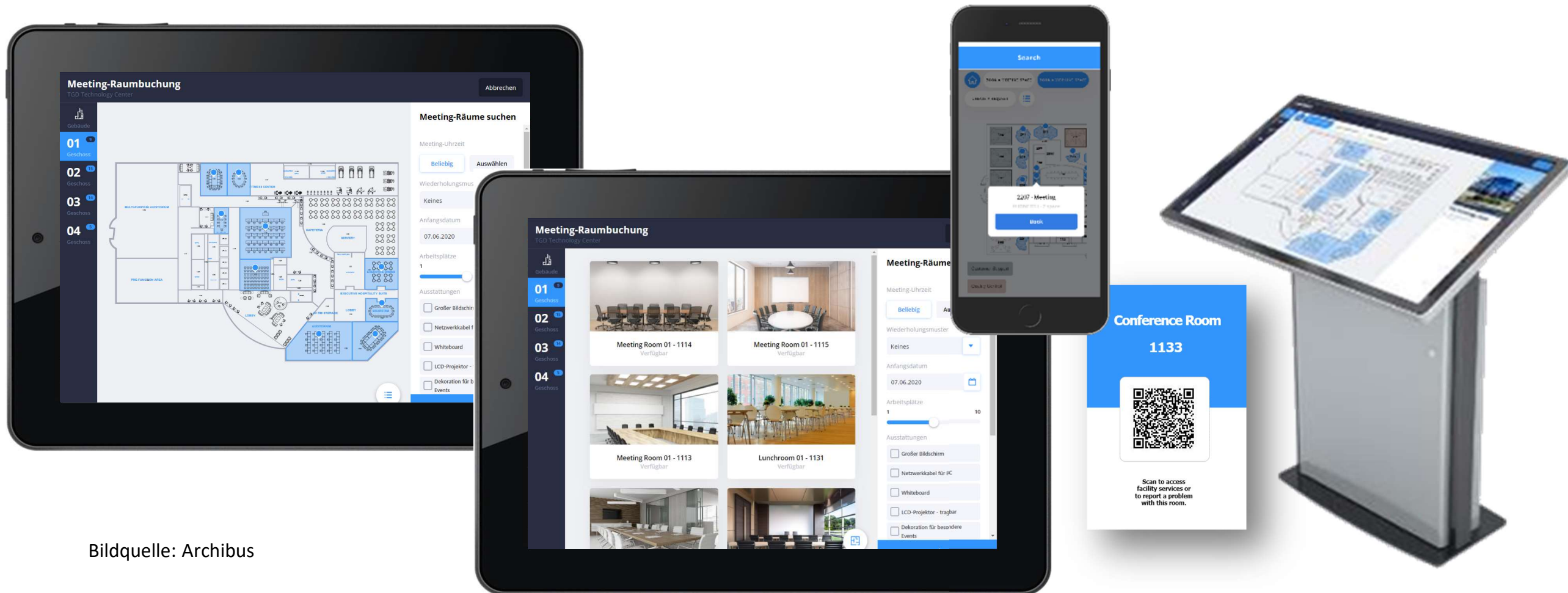
Properties Panel:

- Ansichtsvorlage: <Keine Auswahl>
- Ansichtsnamen: ARCH & MEP
- Abhängigkeit: Unabhängig
- Titel auf Plan: [Empty]
- Phasenfilter: Show All
- Phase: New Construction

CAFM-System

CAFM-Systeme

Raum-/Arbeitsplatzreservierung (Mobile App, Self Services)



Bildquelle: Archibus

CAFM-Systeme

Anlagenmanagement (Gerätesysteme und -komponenten)

The screenshot displays the 'Gerätesysteme - Konsole' interface. On the left, a tree view shows the hierarchy of assets, including 'Building NB HVAC System 1 for Floors 01, 02, 03 (NB-HVAC)'. The main area shows details for a 'Pump' (P-009) with a 3D model. The details include:

- Standortcode: BEDFORD
- Kurzzeichen Gebäude: NB
- Kurzzeichen Geschoss: 00FL
- Kurzzeichen Raum: C03MEC
- Unternehmenseinheit: CORPORATE
- Bereich: FACILITIES
- Abteilung: MAINTENANCE
- Gerätekategorie: HVAC
- Klassifizierungs-Nr.: LABORATORY EQUIPMENT (MasterFormat)
- Klassifizierungs-Nr. 1
- Klassifizierungs-Nr. 2
- Klassifizierungs-Nr. 3
- Gekauft am: 31.10.2019
- Kaufpreis: 6.800,00
- Wiederbeschaffungskosten: 6.800,00
- Abschreibungswert: 6800,00
- Installiert am: 26.02.2020
- In Betrieb seit: 05.04.2020
- Gerätestatus: In Betrieb
- Gerätezustand: Neu

On the right, a 3D model of the pump system is shown in a '3D-Navigator' view. Below the model, a mobile app interface is visible, showing a 'Create Request' screen with a 'CREATE A REQUEST' button.

Bildquelle: eigener Screenshot aus Archibus

CAFM-Systeme

Anlagenmanagement (Gerätesysteme und –komponenten), TGA aus BIM

Bildquelle: eigener Screenshot aus Archibus

BIM Authoring Tool

The image displays the Archibus software interface. On the left, a 'Project Browser' shows a tree view of the project structure, including '3D Level 00' through '3D Level 06'. The main area shows a 3D model of a building's mechanical systems, with a red circle highlighting a specific component. A large blue arrow points from this component to a detailed technical drawing of a pump assembly. A table of properties is visible at the bottom right of the drawing, listing various parameters such as 'Cooling Water Flow', 'Cooling Water Pressure Drop', and 'System Classification'.

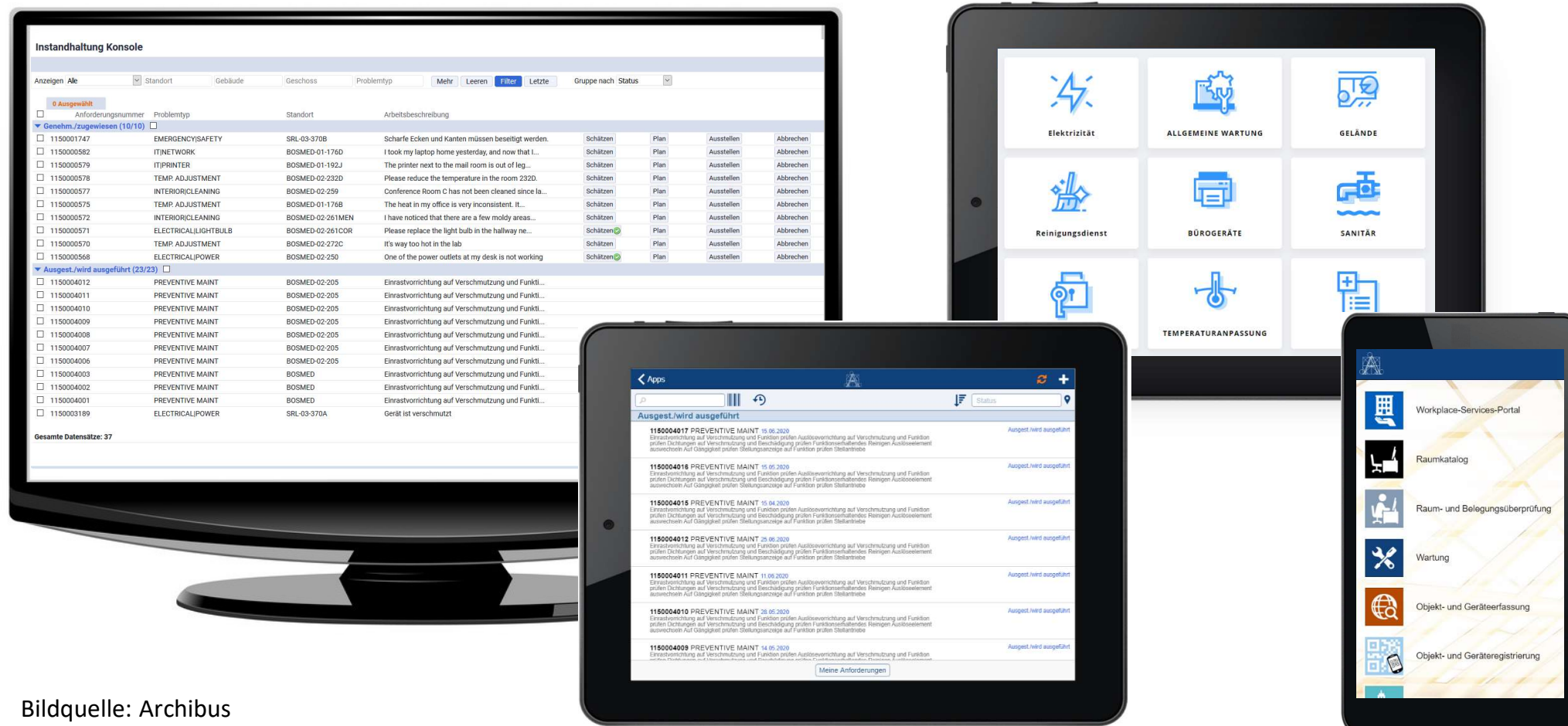
Property	Value
Level	00 - Foundation Level
Host	Level - Foundation Level
Offset	0.0000
Electrical - Loads	
Panel	
Circuit Number	
Mechanical	
Cooling Water Flow	1281.000 GPM
Cooling Water Pressure Drop	13.500 psi
Cooling Capacity	4800000.00 Btu/h
Chilled Water Flow	1066.000 GPM
Chilled Water Pressure Drop	13.000 psi
System Classification	Hydronic Return, Hydronic Supp...
System Name	CWR 13, CWS 7, CWS 9, CWR 15
Identity Data	
Image	
Comments	
Mark	ST-258
Phasing	
Phase Created	New Construction
Phase Demolished	None
Other	
Extensions Parameters	

BIM- Schnittstelle, Bidirektionaler Austausch

CAFM-System

CAFM-Systeme

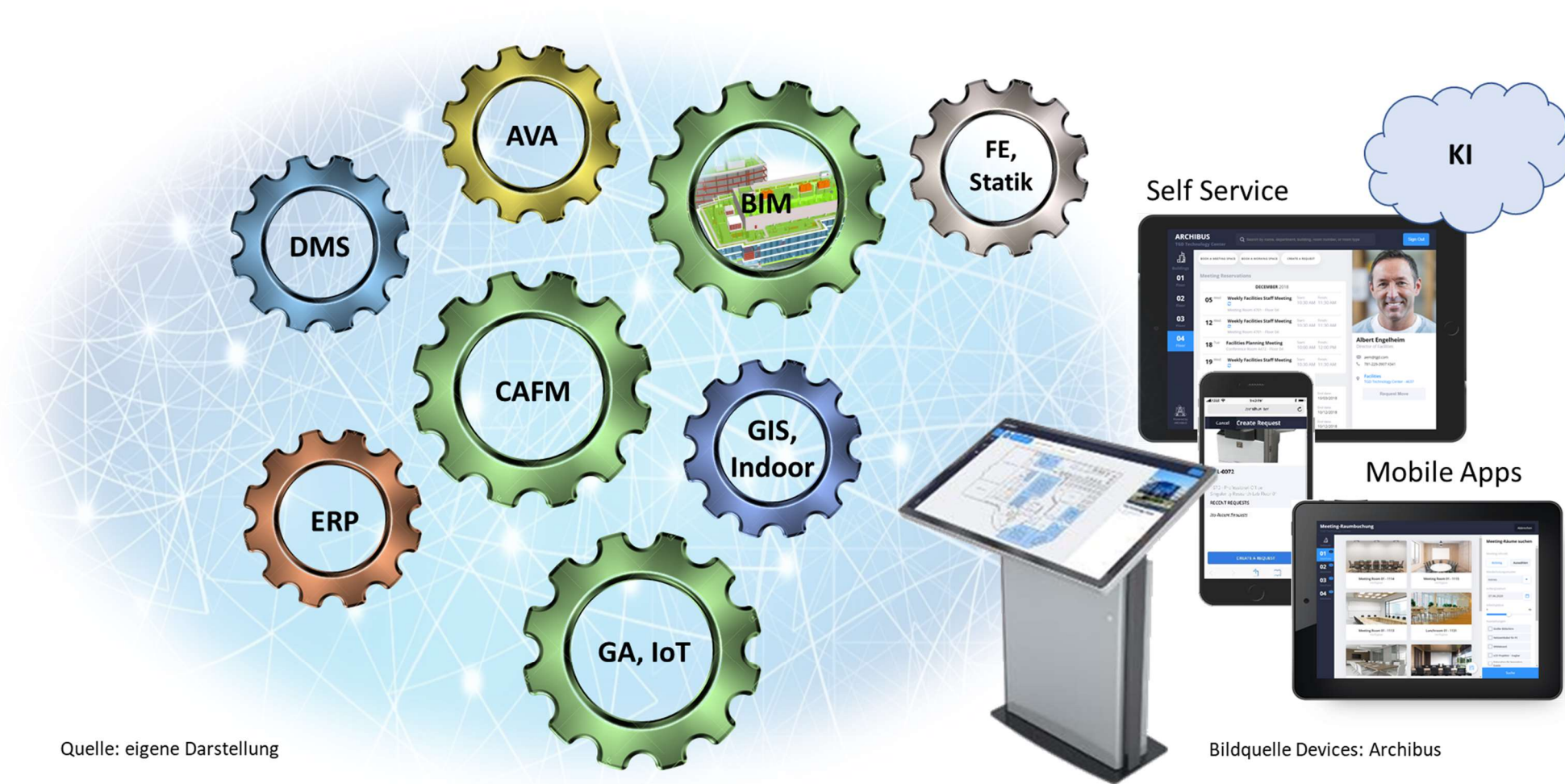
Instandhaltungsmanagement (Wartungen und Störfälle)



Bildquelle: Archibus

Integration von IT-Systemen im FM

Systemlandschaft (beispielhafte Skizze)



Quelle: eigene Darstellung

Bildquelle Devices: Archibus

Integration CAFM, BIM und GA



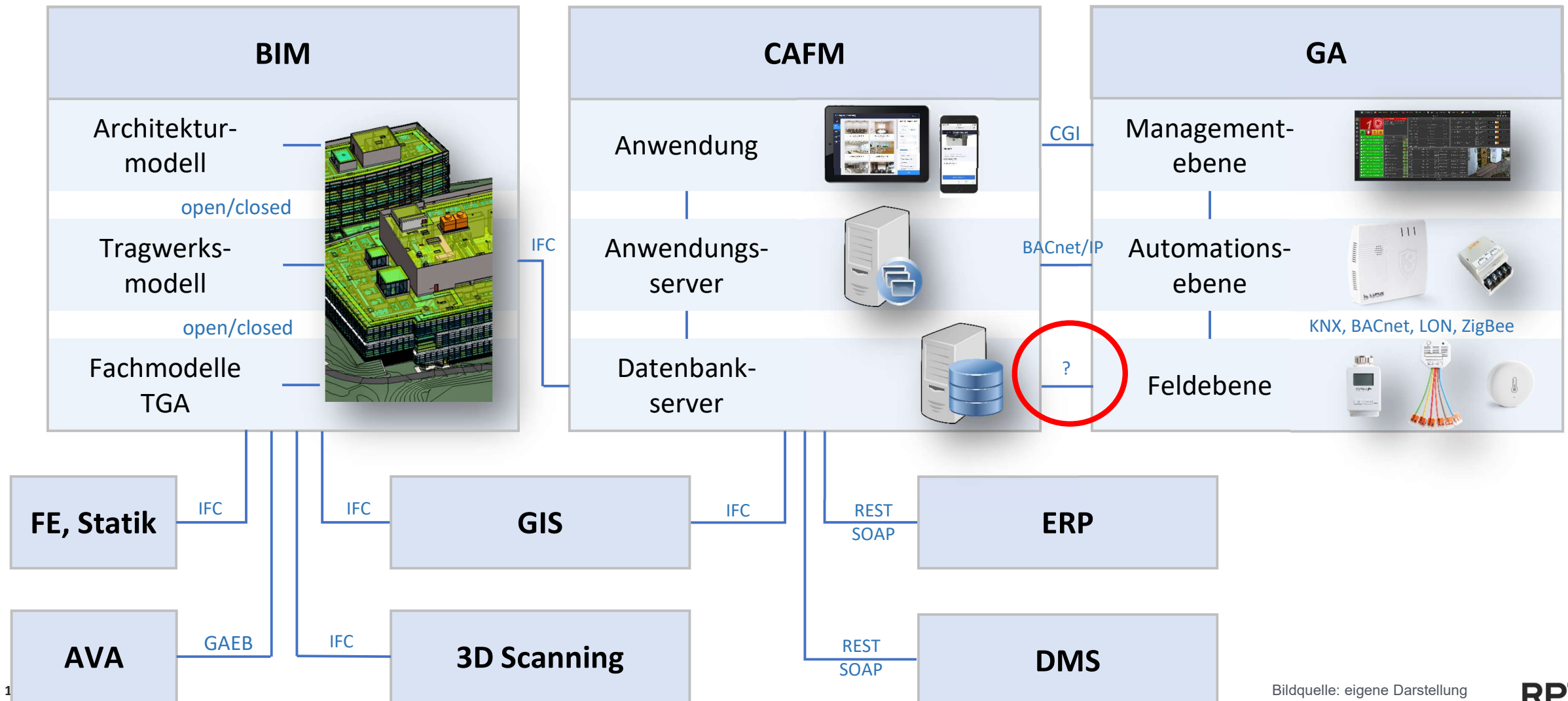
Übersicht

Datum	Zeit	Zone	Name	Meldung	Area	Zone	Typ	Name	Status	Funktionen
17.04.2021	16:29:32	62	Power Switch Bus-Cam	122.0 W/W	1	A1	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
17.04.2021	16:29:31	67	Power Switch Bus-Cam	7.8 W	1	A2	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
17.04.2021	16:29:30	65	Power Switch WJAN	826.5 W/W	1	A3	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
17.04.2021	16:29:30	65	Power Switch WJAN	700.5 W	1	A3	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
17.04.2021	16:29:2	65	Power Switch WJAN	826.5 W/W	1	A3	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
18.10.19	16:29:30	65	Power Switch WJAN	777.3 W	1	A4	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
18.10.19	16:29:30	65	Power Switch WJAN	826.5 W/W	1	A4	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
18.10.19	16:29:30	65	Power Switch WJAN	743.1 W	1	A4	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	
18.10.2021	16:29:4	65	Power Switch WJAN	826.5 W/W	1	A4	Power Switch	Power Switch	Decaktiviert	



IoT Sensoren

Integration CAFM, BIM und GA



UPnP-Integrationsmodell

Ziel

- > **Aufhebung doppelter Datenhaltung/-pflege**, homogene Infrastruktur
- > automatisierte Bereitstellung von Anlagendaten durch **Plug and Play** auf Netzwerkebene
- > Funktionserweiterung von CAFM-Systemen zur **Anlagensteuerung**

Lösung zur automatisierten Anbindung auf Netzwerkebene nach dem "Plug and Play"-Prinzip

- > UPnP (Universal Plug and Play)

Vorteil: automatische Identifikation und Bereitstellung von Geräte- und Servicebeschreibungen

- > XML (Extensible Markup Language)

UPnP-Integrationsmodell

Standardisierung nach UPnP-Technologie

- > Gerätebeschreibung (XML Device Description): device.xml
- > Funktionsbeschreibung (XML Service Description): scpd.xml
 - Action = Funktionsname
 - Argument = Steuerbefehl/Kommando
 - StateVariable = Status/Zustandswert
 - Status = Sensor-Status
 - Target = Aktor-Zustand

→ Erweiterung des Standards um anlagenspezifische Attribute und Funktionen

UPnP-Integrationsmodell

Bezeichnung des neuen Integrationskonzepts

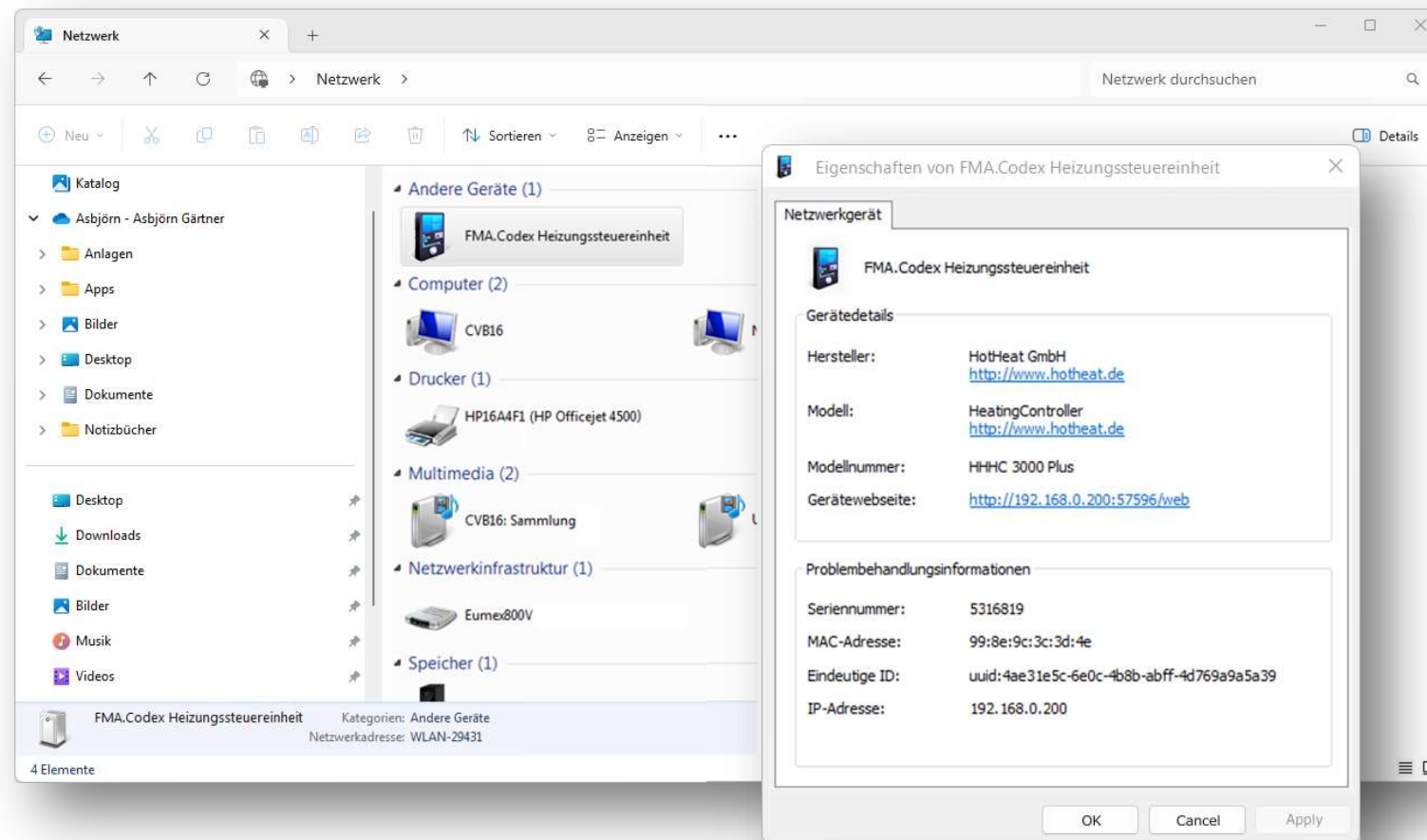
Synonym für das Konzept zum Datenaustausch und zur innovativen Steuerung UPnP-fähiger Geräte der Gebäudeautomation aus einem CAFM-System heraus:

Facility **M**anagement and **A**utomation **C**ontrol **D**ata **E**xchange → **FMA.Codex**

Jede CAFM-Software, die den FMA.Codex implementiert und die Funktion des Geräteimports bereit stellt, sollte gekennzeichnet werden mit dem Begriff → **UPnP ready**

Praktische Umsetzung / Simulation

Anbindung UPnP-fähiger Geräte und Anlagen



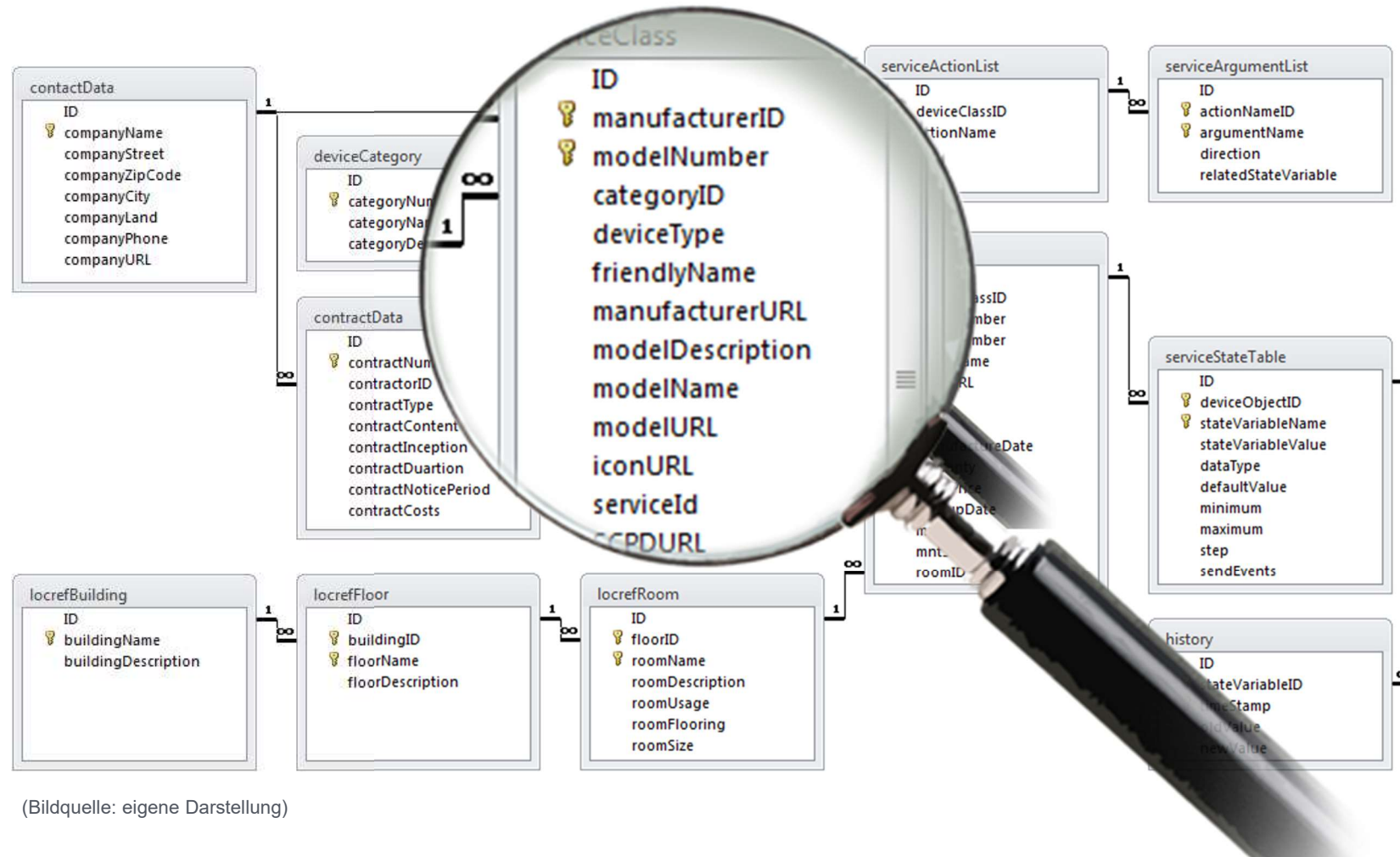
Praktische Umsetzung / Simulation

Entwurf anlagenspezifischer XML-Schemata für UPnP

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<root xmlns="urn:schemas-upnp-org:device-1" >
  <specVersion>
    <major>1</major>
    <minor>0</minor>
  </specVersion>
  <device>
    <deviceType>urn:schemas-upnp-org:device:1</deviceType>
    <friendlyName>Heating Controller</friendlyName>
    <manufacturer>Höppler</manufacturer>
    <manufacturerURL>http://www.heater.de</manufacturerURL>
    <modelName>Heating Controller</modelName>
    <modelName>Heating Controller</modelName>
    <modelNumber>HC3000 Plus</modelNumber>
    <modelURL>http://www.heater.de/HC3000Plus</modelURL>
    <serialNumber>1210010</serialNumber>
    <UDN>uuid:0e547a38-a3a6-49c2d-f4b75fe6e8c9</UDN>
    <UPC>UPnP.FMA.Codex.HC.3000</UPC>
  </device>
</root>
```

Praktische Umsetzung / Simulation

Erweiterung vorhandener Datenbankmodelle zur Speicherung der bereitgestellten Daten



(Bildquelle: eigene Darstellung)

Praktische Umsetzung / Simulation

Entwurf des Prototyps „FMControl“

The screenshot shows the FMCONTROL web application interface. The top navigation bar includes tabs for Space, Asset/Device, Maintenance, Contract, and Company. The main content area is divided into sections for creating and importing devices.

Asset/Device Description

Device Name	FMA.Codex Heating Control	Inventory No.	
Category	Heating	Ident. Code	
Model Name	HeatingController	Commissioning	
UDN	uuid:0e547a38-a3a6-48df-9	Aquisition Cost	
UPC	UPnP.FMA.Codex.HC.3000	Location Building	
Year of Manufacture	2024-02-14	Location Floor	
Warranty	60 month	Location Room	

Asset/Device Control

Control Address	FMACodexHeatingService/co	Current Value (On	
Function	SetDevicePower	Maximum Value / t	
Control Command	newDevicePowerTarget	Minimum Value / C	

Message: Record inserted successfully.

```
<device>
<deviceType>urn:schemas-upnp-org:device:FMACodex:1</deviceType>
<friendlyName>FMA.Codex Steuereinheit</friendlyName>
<manufacturer>Hersteller</manufacturer>
<manufacturerURL>URL des Herstellers</manufacturerURL>
<modelDescription>FMA.Codex Modellbeschreibung</modelDescription>
<modelName>FMA.Codex Modellname</modelName>
<modelNumber>FMA.Codex Modellnummer</modelNumber>
<modelURL>URL des Modells</modelURL>
<serialNumber>Seriennummer</serialNumber>
<UDN>uuid</UDN>
<UPC>FMA.Codex Produktcode</UPC>

<categoryNumber>Kategorienummer</categoryNumber>
<categoryName>Kategoriebezeichnung</categoryName>
<categoryDescription>Kategoriebeschreibung</categoryDescription>
```

(Bildquelle: eigene Darstellung)

Praktische Umsetzung / Simulation

Anlagenimport (XML → Datenbank)

The screenshot shows a software interface with two tabs: "Anlegen" and "Importieren". Under "Anlegen", there are input fields for "Hersteller", "Modell-Nr.", and "Serien-Nr.", and a "Neu anlegen" button. Under "Importieren", there is a dropdown menu with options: "--- bitte auswählen ---", "Standard-Heizzentrale", "Standard-Lüftungszentrale", "Standard-Klimazentrale", "Heizungssteuereinheit" (highlighted), "Lüftungssteuereinheit", "Lichtsteuereinheit", "Pumpensteuereinheit", and "Mediensteuereinheit". There is also an "Inventarnummer" input field at the bottom.

Historisierte Anlagensteuerung

The screenshot shows a "Geräte-/Anlagensteuerung" interface. It has a table with columns for "Steuerungsadresse", "Funktion", "Steuerbefehl", "Aktueller Wert (Ein/Aus)", "Maximawert / Ein", "Minimalwert / Aus", and "Änderung Gerätestatus:". The "Steuerungsadresse" is "FMACodexHeatingService/control", "Funktion" is "SetDevicePower", "Steuerbefehl" is "newDevicePowerTarget", "Aktueller Wert (Ein/Aus)" is "k.A.", "Maximawert / Ein" is "1", and "Minimalwert / Aus" is "0". There are buttons for "Einschalten", "Ausschalten", and "Meldung quittieren". A message at the bottom says "Datensatz erfolgreich eingefügt."

(Bildquelle: eigene Darstellung)

Ergebnis

Nutzen des Integrationsmodells

- > Kombination **bestehender Standards** (GA-, CAFM- und UPnP-Technologie)
- > Grundlage für die Neuausrichtung bei **Entwicklung** von gebäudetechnischen Anlagen
- > **homogene Infrastruktur**
- > **Aufhebung doppelter Datenhaltung**
- > automatisierte **Datenerfassung** von Anlagendaten (**Plug and Play**)
- > Funktionserweiterung von CAFM-Systemen zur **Anlagensteuerung**
- > effizientes **Energie-Controlling**
- > **historisierte Dokumentation** (Betreiberverantwortung)

Ergebnis

Kritische Betrachtung des Integrationsmodells

- > Veraltete Technologie? ✓ Nein, denn: andere Technologien und Protokolle (BACnet/IP, MQTT, OpenHAB etc.) unterstützen **automatisches Finden, Erkennen** und Anmelden von Geräten im IP-Netzwerk **nicht**
- > Sicherheitslücken? ✓ Verwendung von **SUPnP** (Secure Universal Plug and Play), zusätzliche Sicherheitsstufe durch **Authentifizierung**, Schutz durch **Firewalls** und **VPN-Tunnel**
- > Determinismus? ✓ Zeitlich **kritische Reaktionszeit** ist abhängig von Anwendungsbereich. Betrifft nur die Steuerung. Vorteil der automatischen **Geräteidentifikation** bleibt davon **unberührt**.

Potenziale durch KI

Was bringt Künstliche Intelligenz (**KI**) darüber hinaus?

- > Nicht nur Daten sammeln, sondern auch „**verwerten**“
- > Nicht nur reagieren, sondern auch **agieren**
- > Nicht nur Historie, sondern auch **Prognose**
- > Nicht nur Digitalisierung, sondern auch **Digitale Transformation**

Digitale Transformation bedeutet, **Prozesse** und **Services** ausbauen

- > Unterstützung und **Assistenz** (vgl. Automobilbranche, E-Commerce, ...)
- > **Muster** erkennen. **Algorithmen** definieren. **Ereignisse** vorhersehen.

Potenziale durch KI

Anwendungsbeispiele

Betrieb:

- > Smart Office
- > Assisted Living

Bestandserfassung:

- > Verflechtung fotorealistic Daten mit BIM Modellen
- > aus 3D Scanning (z.B. NavVis) Objekte mittels KI erkennen

Dokumentation:

- > DMS: Klassifizierung mittels Machine Learning

Es scheitert selten an der technischen Umsetzung, sondern an der Definition der Regeln

Fazit und Ausblick

nächste Schritte

- > Marktanalyse (Bedarf auf Anwenderseite? Marktpotenzial auf Anbieterseite?)
- > Einführung der neuen XML-Templates durch UPnP-Forum (Erweiterung des Standards)
- > Entwicklung UPnP-fähiger gebäudetechnischer Anlagenbauteile
- > Integration „FMControl“ in bestehende CAFM-Systeme

Literatur, Quellen

- > **DIN 32736 (2020)**. Gebäudemanagement – Begriffe und Leistungen. Beuth Verlag, Berlin.
- > **DIN EN 13321-1 (2022)**. Offene Datenkommunikation für die Gebäudeautomation und Gebäudemanagement – Teil 1. Beuth Verlag, Berlin.
- > **DIN EN ISO 16484-3 (2005)**. Systeme der Gebäudeautomation. Beuth Verlag, Berlin.
- > **EnOcean (Hrsg.) (2024)**. Ultra-low Power Management. <https://www.enocean.com/de/technologie/ultra-low-power-management>
- > **GEFMA Richtlinie 400 (2021)**. Computer Aided Facility Management (CAFM). GEFMA, Bonn
- > **GEFMA Richtlinie 410 (2022)**. Schnittstellen zur IT-Integration von CAFM-Software. GEFMA, Bonn.
- > **Kayas, G., Hossain, M., Payton, J. & Islam, R. (2021)**. SUPnP: Secure Access and Service Registration for UPnP-Enabled Internet of Things. In: IEEE Internet of Things Journal, 8:14, 11561-11580. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9352973>
- > **Koch, S., Davis, S., Lobb, N., Marchionini, M., May, M. & Williams, G. (2019)**. CAFM Systems. In: Williams, G. & May, M. (eds.) (2019). The Facility Manager's Guide to Information Technology, 271-316. IFMA.
- > **May, M. (2018)**. CAFM-Handbuch – IT im Facility Management erfolgreich einsetzen. Springer Verlag, Berlin.
- > **OCF (Hrsg.) (2024)**. UPnP Standards & Architecture. <https://openconnectivity.org/developer/specifications/upnp-resources/upnp>
- > **Ritter, T., May, M. & Schlundt, M. (2019)**. CAFM Trends and Outlook. In: Williams, G. & May, M. (eds.) (2019). The Facility Manager's Guide to Information Technology, 399-410. IFMA.
- > **VDI/GEFMA 3814 Blatt 3.1 (2019)**. Gebäudeautomation. Beuth Verlag, Berlin.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Dr.-Ing. Asbjörn Gärtner

RPTU - Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern Landau

Fachgebiet Immobilienökonomie | Leitung: Prof. Dr. Björn-Martin Kurzrock
Fachbereich Bauingenieurwesen

Paul-Ehrlich-Straße 14 | D-67663 Kaiserslautern
Büro 14-270 | Telefon +49 631 205 2898
asbjoern.gaertner@rptu.de | <http://bauing.rptu.de/ags/ioe>