

36. GLT-Anwendertagung Stuttgart 11.-13.09.2024

Die KI der Gebäudeautomation im Mathematikgebäude des KIT



- **Vorstellung der Referenten**
- **Vorstellung KIT und Mathematikgebäude**
- **Projektablauf (Ziele, Entwicklung, Ablauf, Regelverfahren)**
- **Ausgangslage, KPIs**
- **Eckdaten KI-System**
- **Maßnahmen im Einzelnen (Bsp. Anlagenbilder)**
- **Ergebnisse, KI-Systemarchitektur und -Dashboard**
- **Aufwände der Projektbegleitung**
- **Fazit, Ausblick**

Referenten

■ Lutz Gehm

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Facility Management (FM)
Leiter Abteilung Gebäudemanagement Süd (FM-GMS)

Tel: +49 721 608 4 6162
lutz.gehm@kit.edu



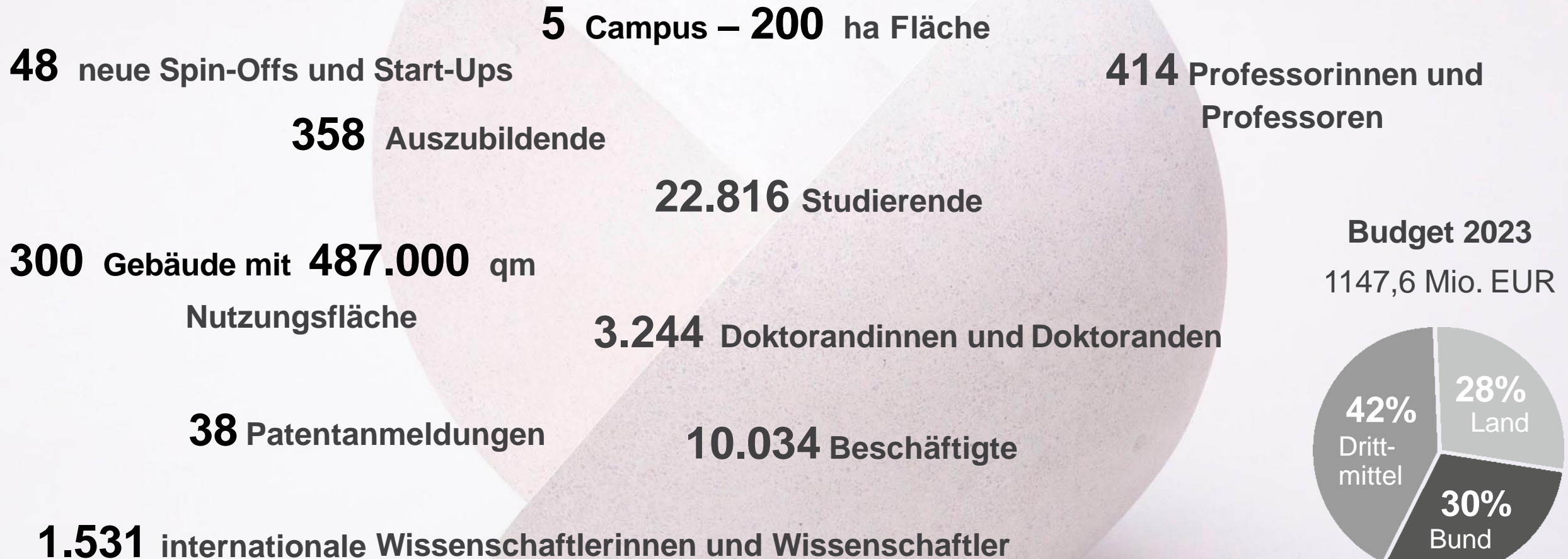
■ Sven Opper

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Facility Management (FM)
Leiter Servicecenter Gebäudeautomation Süd (FM-GMS-GAS)

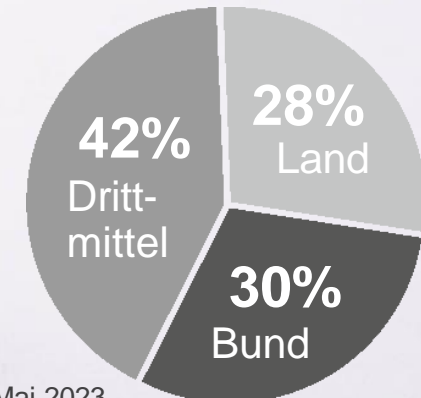
Tel: +49 721 608 4 6810
sven.opper@kit.edu



Zahlen und Fakten 2023



Budget 2023
1147,6 Mio. EUR



Stand Mai 2023

Wissenschaft an sechs Standorten



Campus Nord



Campus Süd



Campus Ost



Campus West



Campus Alpin



Helmholtz Institut Ulm

Campus Süd (Karlsruhe Innenstadt)



Ansichten / Daten Mathematikgebäude



- Baujahr 1962, Kernsanierung 2010-2015
- UG1 – OG4
- Foyer, Foliendach
- Bürofläche
- Innen- und außenliegende Seminarräume
- Offene Lernbereiche
- Fachbibliothek

Gebäudekennwerte

	Vor Sanierung	Saniertes Gebäude
Bruttogrundfläche (BGF)	9789 m ²	15.762 m ²
Bruttorauminhalt (BRI)	39.265 m ³	69.715 m ³
A / V - Verhältnis	0,35	0,18
Nettogrundfläche (NGF)	8887 m ²	13.700 m ²
Geschossflächenzahl (GFZ)	1,6	2,4
Grundflächenzahl (GRZ)	0,73	0,82
Fläche Büroräume	3504 m ²	4002 m ²
Fläche Seminarräume	504 m ²	1818 m ²
Fläche Bibliothek	523 m ²	802 m ²
Fläche studentische Arbeitsbereiche	550 m ²	940 m ²
Arbeitsplätze	228	396
Natürlich belüftet	6692 m ²	4022 m ²
Mechanisch belüftet	355 m ²	3889 m ²
Durch Überströmung belüftet	-	1398 m ²
Indirekt belüftet (Flure, Abstellräume)	1078 m ²	2824 m ²
Aktiv gekühlt (ULK)	762 m ²	321 m ²
Technikfläche (TF)	1426 m ²	1599 m ²

Tabelle 1: Gebäudekennwerte vor und nach der Sanierung

Projektziele

- Primär: Erfahrungen sammeln im Rahmen des KI-Pilotprojektes
- Energie- und CO₂-Einsparungen
- Beibehaltung/Verbesserung der Behaglichkeit
- Skalierbarkeit ermitteln bezüglich weiterer Landesgebäude

■ Historie

12/2020 - Vorschlag BL/VBA Mathematik-Gebäude als KI-Pilotprojekt des Landes

07/2021 - Feststellung der techn. Eignung anhand Checkliste

(Kriterien: techn. Gebäudeausstattung, Automation, Energiemanagement, Verbrauchsdaten, Zählerinfrastruktur, Dokumentation)

11/2021 – Angebotsvorstellung und Vergabe der Leistung an die Fa. K&P durch BL für die ersten 24 Monate (Pilotphase)

Anfang 2022 – Vorqualifizierung (techn. Einrichtung, Dashboard)

05/2022 – Beginn der Einmessphase – bereits mit aktiven Eingriffen (12 Monate)

05/2023 – Regelbetrieb (1 + optional 2 Jahre)

05/2024 – Ende der Pilotphase nach 24 Monaten (Einmessphase + 1 Jahr Regelbetrieb)

06/2024 – Weiterführung des Regelbetriebes durch KIT/K&P (2 Jahre)

■ Leitung

Betriebsleitung Finanzministerium Stuttgart als Auftraggeber (KIT = Landesliegenschaft)

■ Weitere Beteiligte

Vermögen- und Bau Amt Karlsruhe als Vertreter des Gebäudeeigentümers Land Baden-Württemberg

Kieback & Peter als Auftragnehmer

KIT als Betreiber des Gebäudes

Steinbeis-Transferzentrum zur wissenschaftliche Begleitung

■ Zeitrahmen

2 Jahre Pilotphase beauftragt durch BL

2 weitere Jahre beauftragt durch KIT

Projektablauf in drei Phasen

■ 1. Vorqualifizierung

- Prüfung technische Voraussetzungen
- Ermittlung beeinflussbare Energiekosten
- Ermittlung Einsparpotenzial
- Ergebnis: Projekt kann umgesetzt werden

■ 2. Einmessphase

- 4 - 6 Wochen zur Aufnahme der prädiktiven Regelung
- 12 Monate „Lernphase“

■ 3. Regelbetrieb

- mind. drei Jahre



- Das Projekt wurde durch das **Steinbeis-Transferzentrum Gebäude – Technik – Management (GTM)**, Gerlingen, Prof. Tritschler, wissenschaftlich begleitet

Regelverfahren (Prädiktive Regelung)

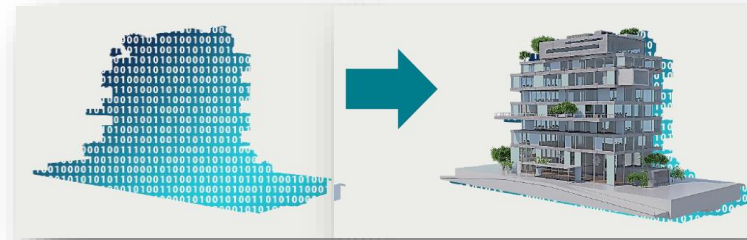
1. Basis / Input

- Betriebsdaten der HLK-Anlagen
- Verbrauchsdaten aus Zählern
- Wetterdaten – Prognose und Historie
- Belegungsdaten
- Öffnungszeiten



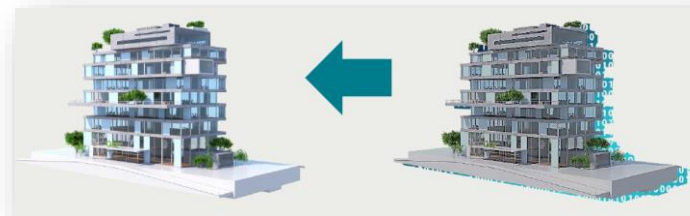
2. Simulation des Gebäudes anhand eines „digitalen Zwilling“ mit Verfahren der KI

- Lokale Wetterprognose
- Belegungsdaten / Nutzerfrequenz
- Öffnungszeiten



3. Ableitung der Stellwerte für die reale Anlage

- Übergabe der Werte an die GA des „echten“ Gebäudes



Kontinuierlicher Prozess (24/7):

- Daten aus dem Gebäude werden permanent ausgewertet
- Digitaler Zwilling wird dauerhaft nachtrainiert
- Prognose wird kontinuierlich angepasst

Ausgangslage TGA Mathematikgebäude

KPIs der HLK-TGA / Auslegungsdaten

■ Heizung:

2 Stück Fernwärmetauscher, nachgelagert 5 Hauptheizgruppen, Total ca. 700 kW:

■ RLT Lüftung	350 kW	
■ Heizkörper NW/NO	104 kW	381 Heizkörper UG1 – OG4
■ Heizkörper SW/SO	99 kW	362 Heizkörper UG1 – OG4
■ Innenliegende Heizkörper	86 kW	81 Heizkörper UG1 – OG4
■ Fußbodenheizung	36 kW	4 Kreise EG

■ Kälte:

Zentrale Campus-Fernkälteanbindung, nachgelagert 3 Hauptkältegruppen, Total ca. 500 kW:

■ RLT Lüftung	295 kW	
■ Serverraum Institut	150 kW	
■ Umluftkühlgeräte DV Räume, Seminar	40 kW	15 ULKs UG1 – OG4

■ RLT Lüftung:

■ 1 große RLT Anlage mit KVS-WRG	68.000 m ³ /h	75 Zonen, teilweise mit VAVs & CO ₂ -Regelung
■ 2 Ventilatoren ABL Entrauchung	13.000 m ³ /h	
■ 2 Ventilatoren ABL WCs	7.000 m ³ /h	22 WCs

■ Leit- und MSR-Technik:

■ Hermos FISgraph (MBE)	5 VMs	Kommunikation via BACnet ca. 6.000 Objekte
■ Kieback & Peter DDC4000 Serie (Automationsebene)	14 DDCs	Hardware I/O DPs ca. 3.100 Stück

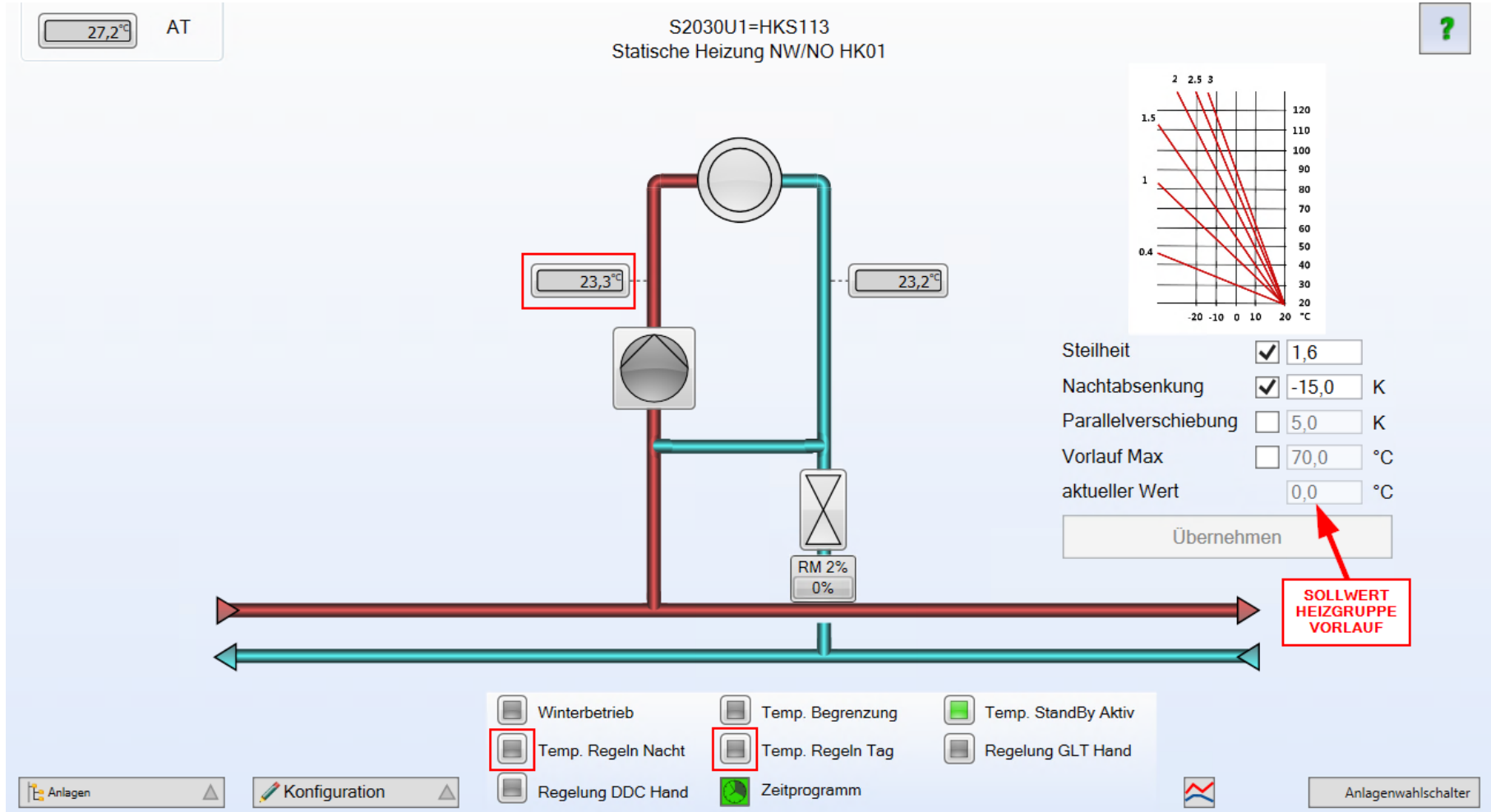
Eckdaten KI-System

- **KI-System** Hersteller Kieback & Peter, Produkt „en:predict“
- Produkt ist **DGNB zertifiziert**
- **Keine Fabrikatsbindung** im Feld **dank BACnet** Protokoll
- **System** befindet sich außerhalb des KIT Netzes **in der Cloud**
- Hat dauerhaften **VPN Tunnel ins VLAN** des GA-Netzes des Gebäudes

- KI System greift über BACnet direkt auf Objekte der Kieback & Peter DDCs zu
- KI benutzt BACnet Prio 10, somit bleibt Handübersteuerung über Prio 8 gewährleistet

- **Durch KI angefasste Objekte:**
 - **RLT:** Sollwerte Druck Zuluft und Abluft, Sollwert Temperatur Zuluft, Betriebszeiten
 - **Heizung:** Sollwerte Temperatur Vorläufe Heizgruppen, Umschaltung Tag-Nacht-Sollwert
 - **Kälte:** Kein aktiver Eingriff in die Hauptvorläufe, da primär Kühlung von technischer Infrastruktur

KI Eingriffe Bsp. Heizung - Anlagenbild



27,2°C AT

S2030U1=HKS113
Statische Heizung NW/NO HK01

23,3°C

23,2°C

RM 2%
0%

Steilheit 1,6

Nachtabenkung -15,0 K

Parallelverschiebung 5,0 K

Vorlauf Max 70,0 °C

aktueller Wert 0,0 °C

Übernehmen

SOLLWERT HEIZGRUPPE VORLAUF

Winterbetrieb Temp. Begrenzung Temp. StandBy Aktiv

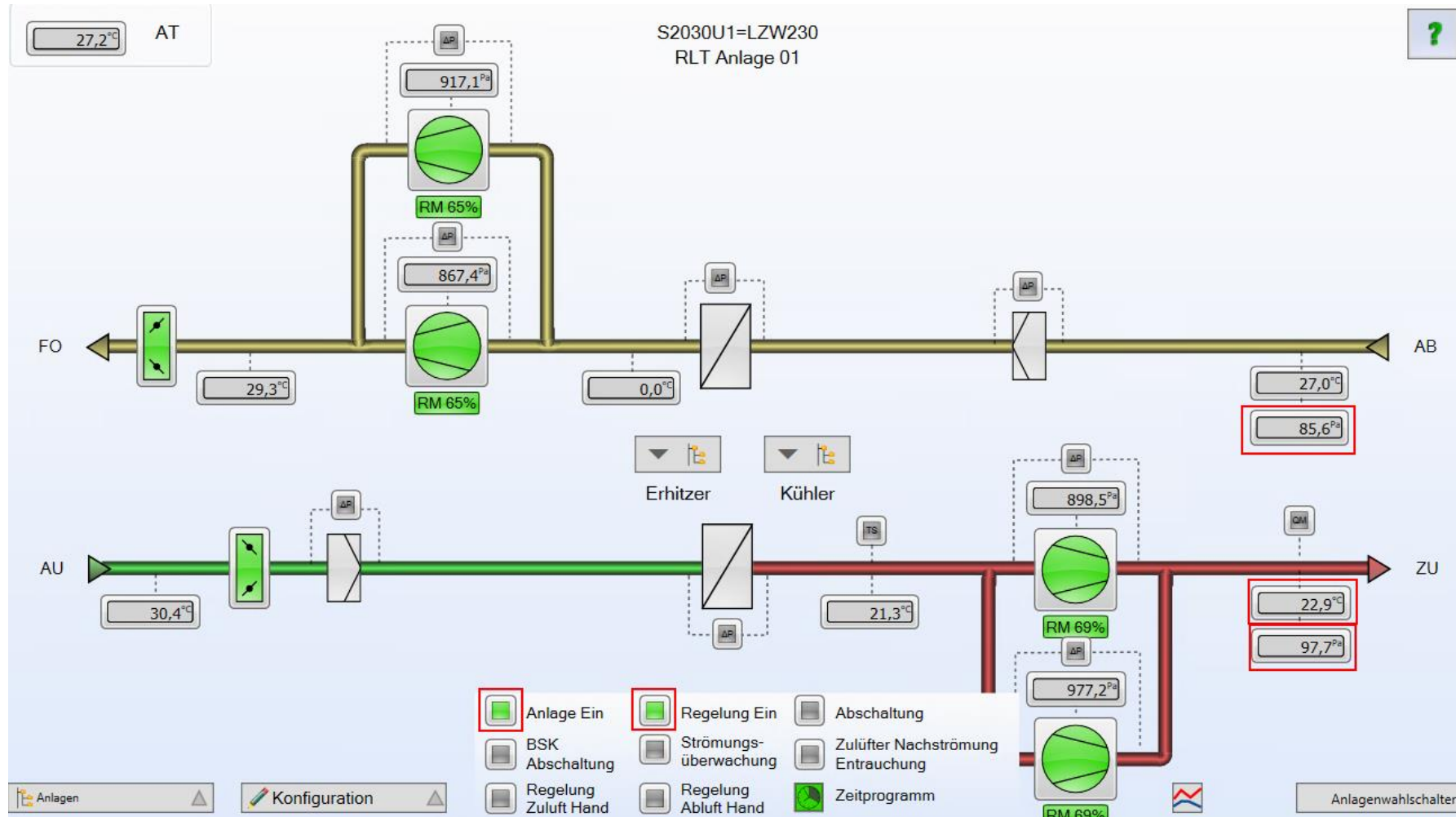
Temp. Regeln Nacht Temp. Regeln Tag Regelung GLT Hand

Regelung DDC Hand Zeitprogramm

Anlagen Konfiguration

Anlagenwahlschalter

KI Eingriffe Bsp. Lüftung - Anlagenbild



■ Einsparungen (01.05.2022 bis 01.05.2024)

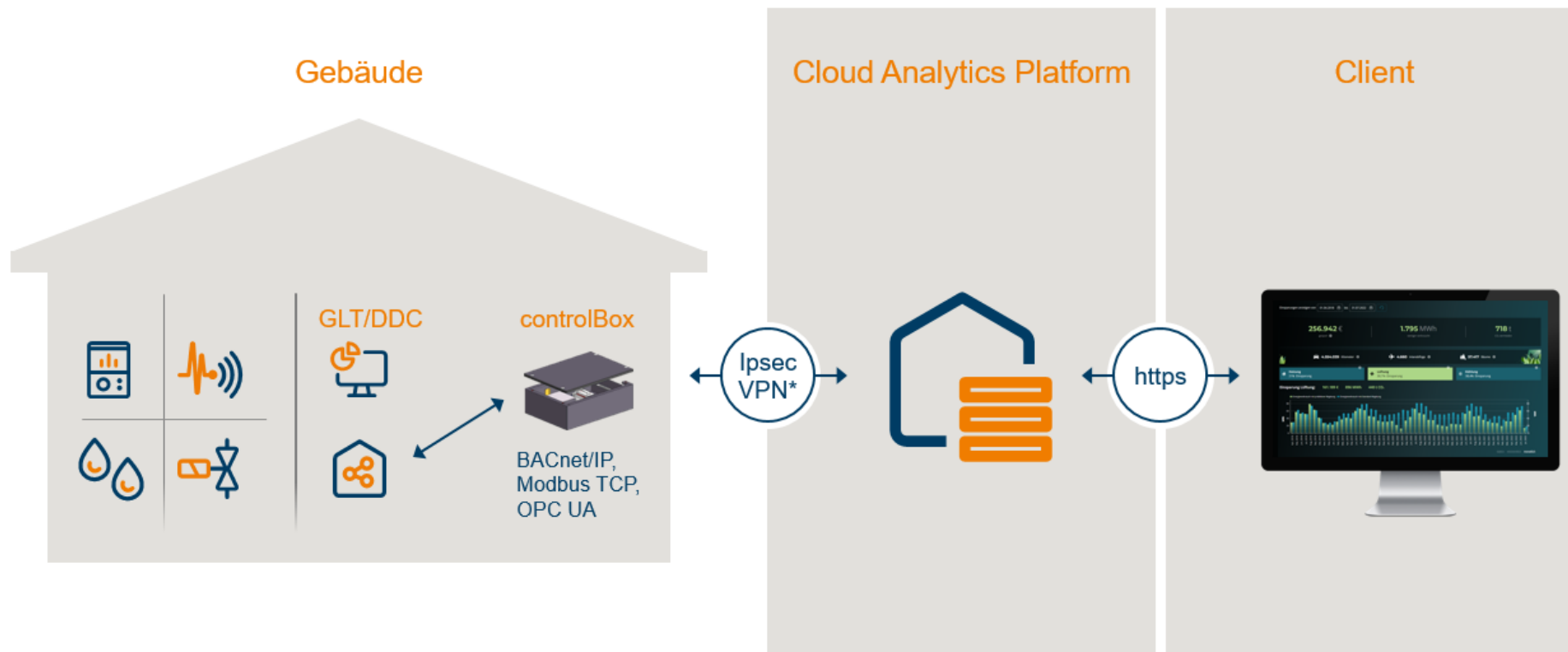
- 31% Energie eingespart für Heizung
- 51% Energie eingespart für Lüftung
- 17% Energie eingespart für Kälte

- Einsparung entspricht 528 MWh = ca. 47.000€ in 2 Jahren bei nur einem Bruchteil an Vertragskosten
- 147 t CO₂ vermieden
- Beitrag zur Erreichung der Klimaziele in Deutschland

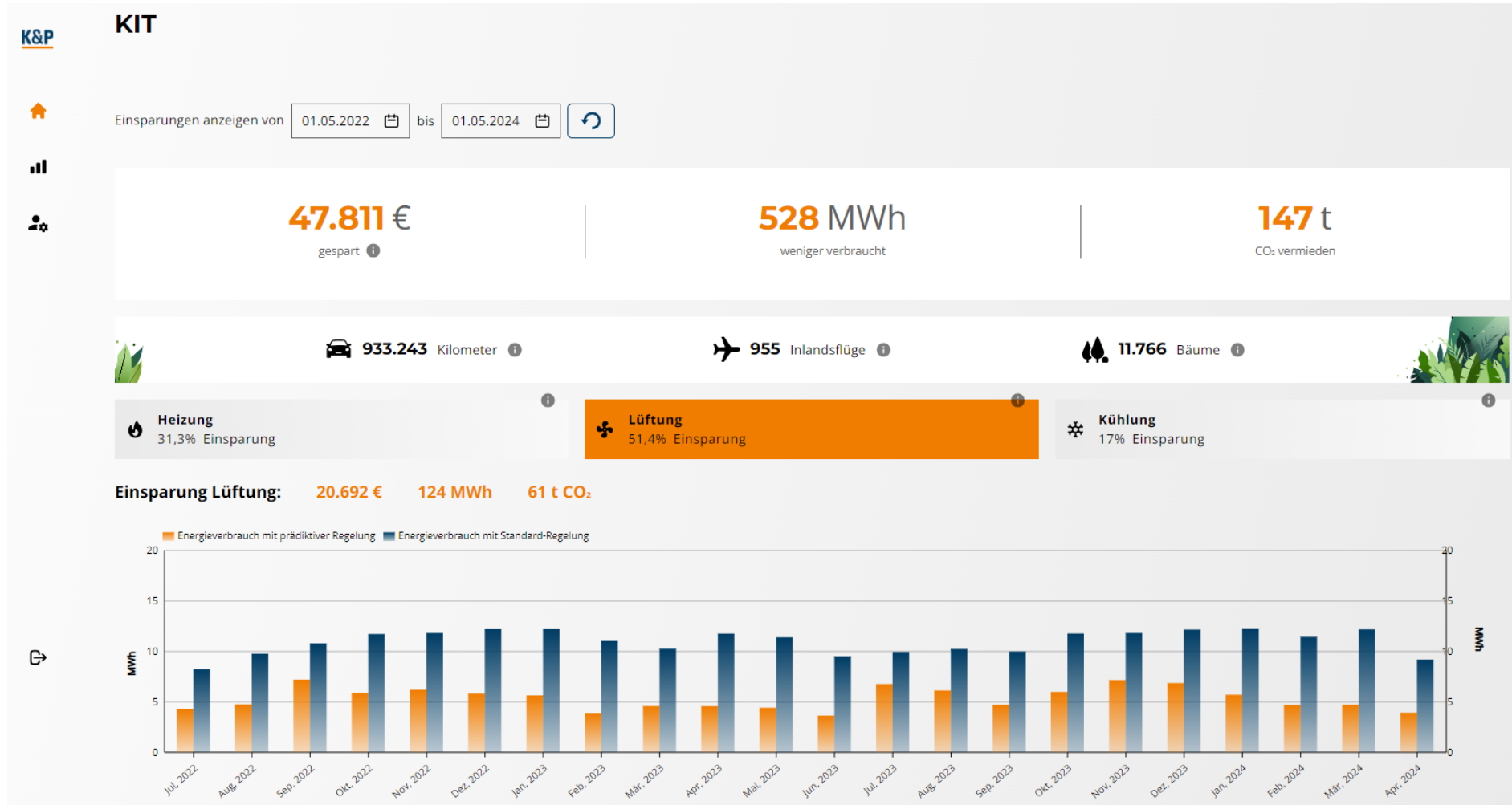
- Verbessertes Raumklima
- Einflüsse auf die Belegung während Corona und auf das Raumklima während der Energiekrise wurden berücksichtigt dank wissenschaftlichem Berechnungsmodell (Steinbeis)

KI-Systemarchitektur

Kieback&Peter
en:predict



KI-Dashboard



Aufwände während der Projektbegleitung

■ **Vorbereitungsaufwand durch KIT:**

- Liefern von Bestands-Kenndaten zum Gebäude, Ausfüllen einer Checkliste
- LAN-Anschluss für Control Box und VPN Tunnel bereitstellen für en:predict
- Firewall entsprechend konfigurieren bis ins Gebäude VLAN
- Absprache zu den Eingriffspunkten im GA-System und zum Projektablauf

■ **Betriebsaufwand durch KIT:**

- Zur Installation des „en:predict“ lediglich Bereitstellen des VPN Tunnels mit Port-Freigaben auf der entsprechenden Firewall
- Ein 1 bis 2h-Teams Meeting pro Quartal zur Besprechung der Ergebnisse
- CSV-Export - Bereitstellen diverser Trendaufzeichnungen und Zählerstände

■ **Nachbereitungsaufwand durch KIT:**

- Administrativ - Vertragsverlängerung der KI Laufzeit
- Diese Präsentation hier machen
- Zukünftige Aufwände (Projekt läuft noch)

■ **Achtung, beachten!**

- Unbedingt vorher die Funktionalität aller benötigten Trend-Objekte prüfen!

- Verhältnis Aufwand zu Ertrag sehr gut bei wenig Eigenleistung
- Thematik einfach vermittelbar bei den „finanziellen“ Entscheidungsträgern
- Skalierbarkeit wenn mehrere Liegenschaften mit BACnet verfügbar
- Personalressourcen zur aktiven Begleitung (evtl. Intractingmodell) vorteilhaft für noch bessere Ergebnisse
- Durchführbar aber auch „nebenher“ dank der wenigen Eigenleistung – verträgt sich somit gut mit Fachkräftemangel
- Deutlich spürbare Ergebnisse heben das Ansehen der GLT-Mitarbeiter in oberen Hierarchien

- Am KIT:
 - Wird im Mathematikgebäude weitergeführt
 - Hohes Interesse sowohl in der Betriebstechnik als auch im Präsidium an weiteren KI-Projekten in weiteren Gebäuden

- Es wird im Gebäude immer Menschen geben, denen zu warm oder zu kalt ist!

