

KI4HVACS

Fortschrittliche HLK-Systeme:

Kombination von Energieeffizienz und Wartung durch KI



FFG Programm: Energieforschung

e!MISSION.at - Energy Mission Austria

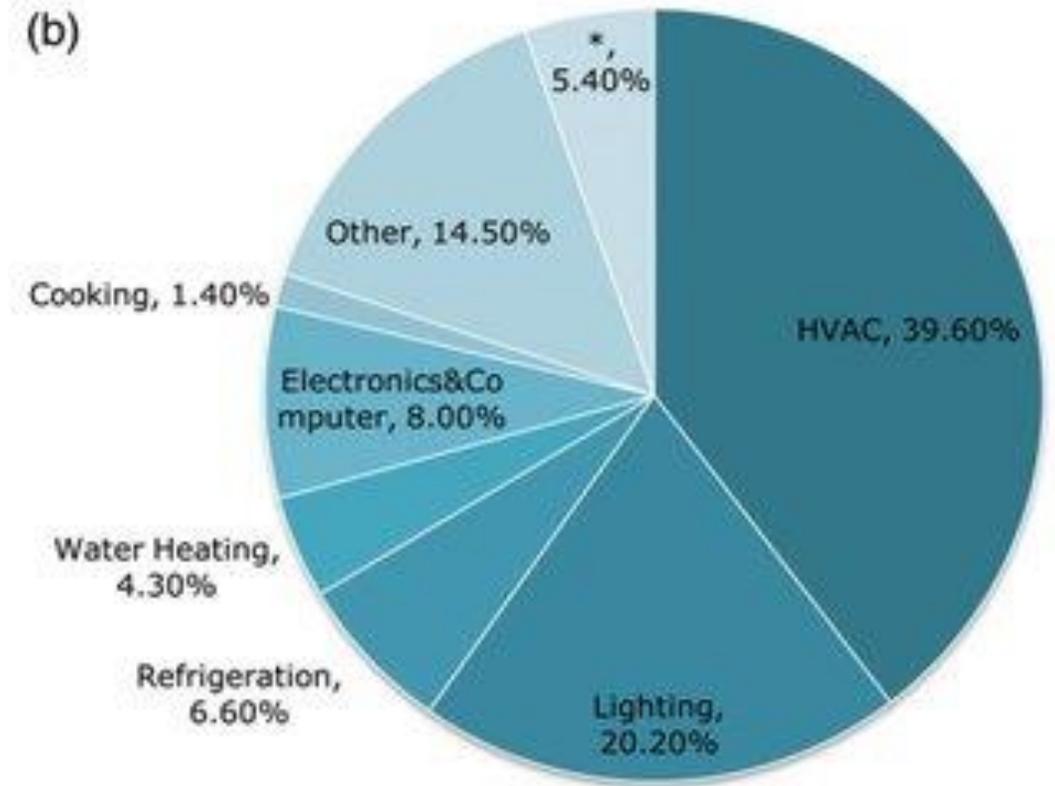


Konsortium KI4HVAC



Globaler Markt

- **130 Billionen USD** Globaler HLK-Markt (2019)
- **3,9%** p.a. erwarteten **jährlichen Steigerungsrate** 2020-2030 (CAGR)
- **40%** am **Gesamtenergieverbrauch** in Gebäude durch HLK-Anlagen



Quelle: Shehadi, Maher. "Review of humidity control technologies in buildings." Journal of Building Engineering 19 (2018)

Motivation

- **2/3 der Kosten** einer typischen HLK-Anlage sind **Betriebskosten**, *Gesamtkostensenkung*.
- Die kontinuierliche **Überwachung**, **Neukonfiguration** oder **Optimierung** des Systems wird in der Regel **vernachlässigt**, Stichwort "*Alternde Systeme*".
- **Integration von intelligenten Technologien**, *CO₂-Emissionen* verringern.

Highlevel Projektziele

Kontinuierliche Reduzierung des Energieverbrauchs, Betriebskosten und CO₂-Emissionen von HLK-Anlagen.

Mit Modhoden von **maschinellern Lernen**:

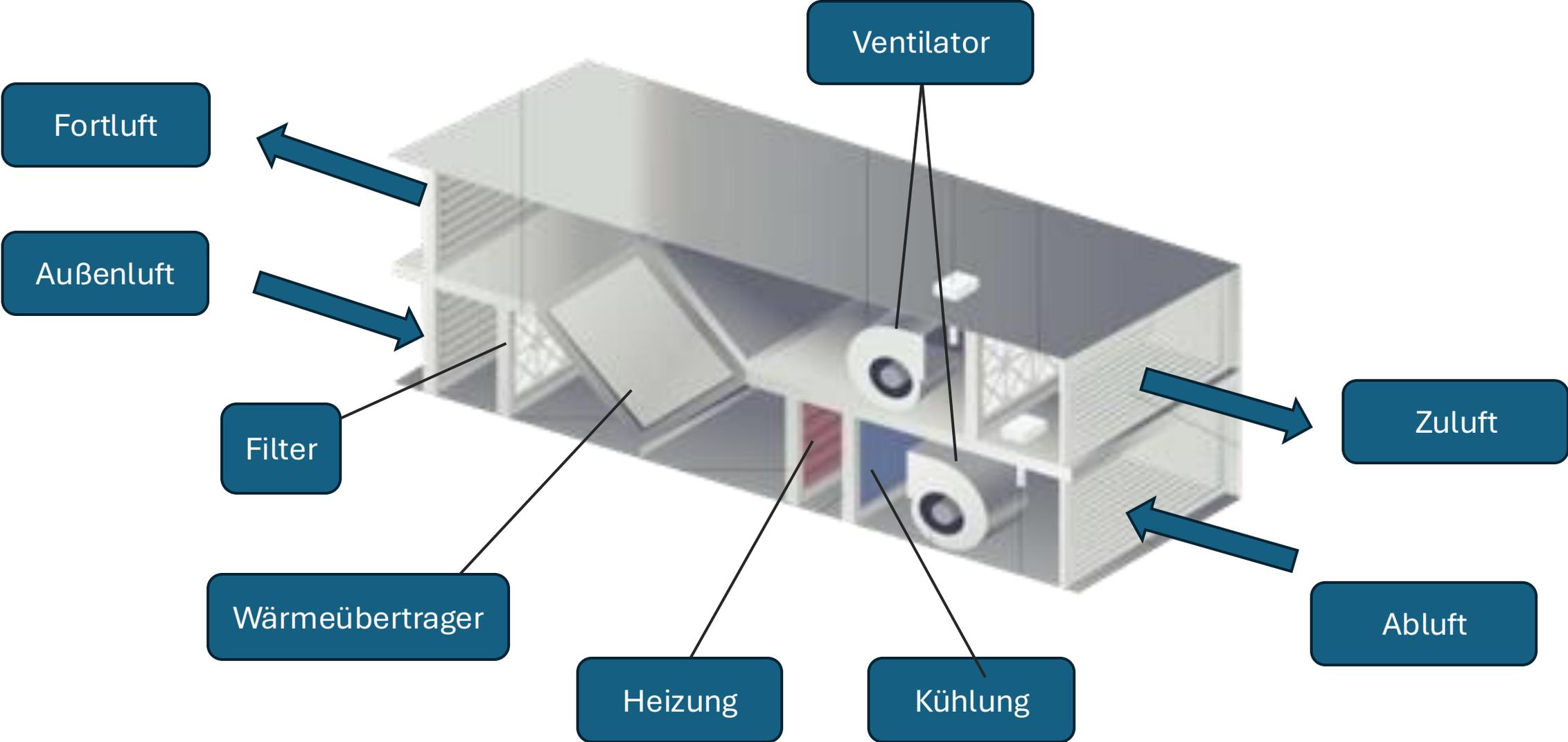
(A) **System- und Betriebszustände zu bewerten und optimieren**

(B) **Prädiktive Instandhaltung** mit *ökonomischer* und *ökologischer* Betrachtung

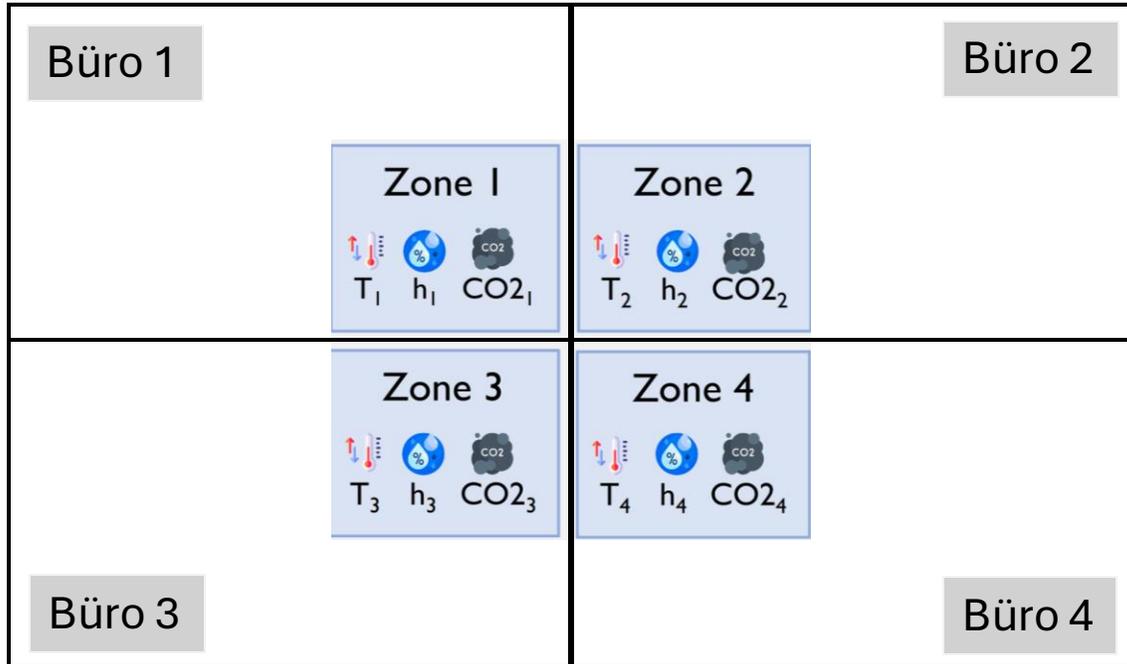
(A) --> optimiert den ***kurzfristiger Energieverbrauch***

(B) --> optimiert den ***langfristiger Gesamtenergieverbrauch***

Lüftungsanlage



Metrics/Parameter

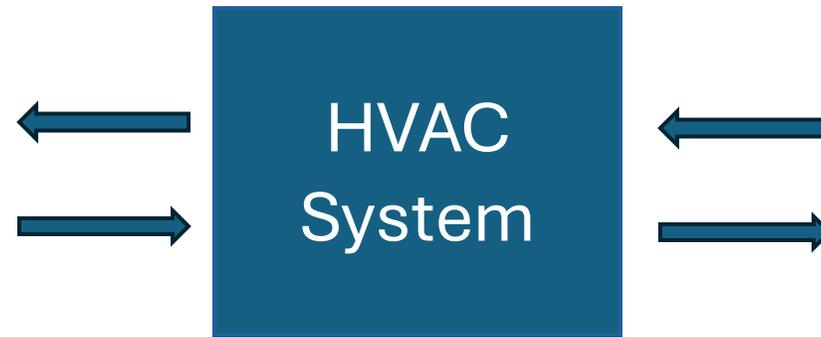


Indoor State Space:

- Operational **Temperature** in Zone i [$^{\circ}\text{C}$]
- Relative **Humidity** in Zone i [%]
- CO2** Level in Zone i [ppm]
- Volume Flow Supply and Extract Air in Zone i [m^3/h]
- Specific Heating Demand in Zone i [W/m^2]
- Energy Consumption in Zone i [W]

Action Space:

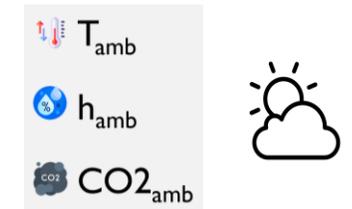
- Temperature** Setpoint for Zone i [$^{\circ}\text{C}$]
- Relative **Humidity** Setpoint in Zone i [%]
- Volume Flow Rate** Setpoint in Zone i [m^3/h]
- Fraction of **Recirculating Air** [%]



HVAC State Space:

~ 75 Parameters

Weather Conditions

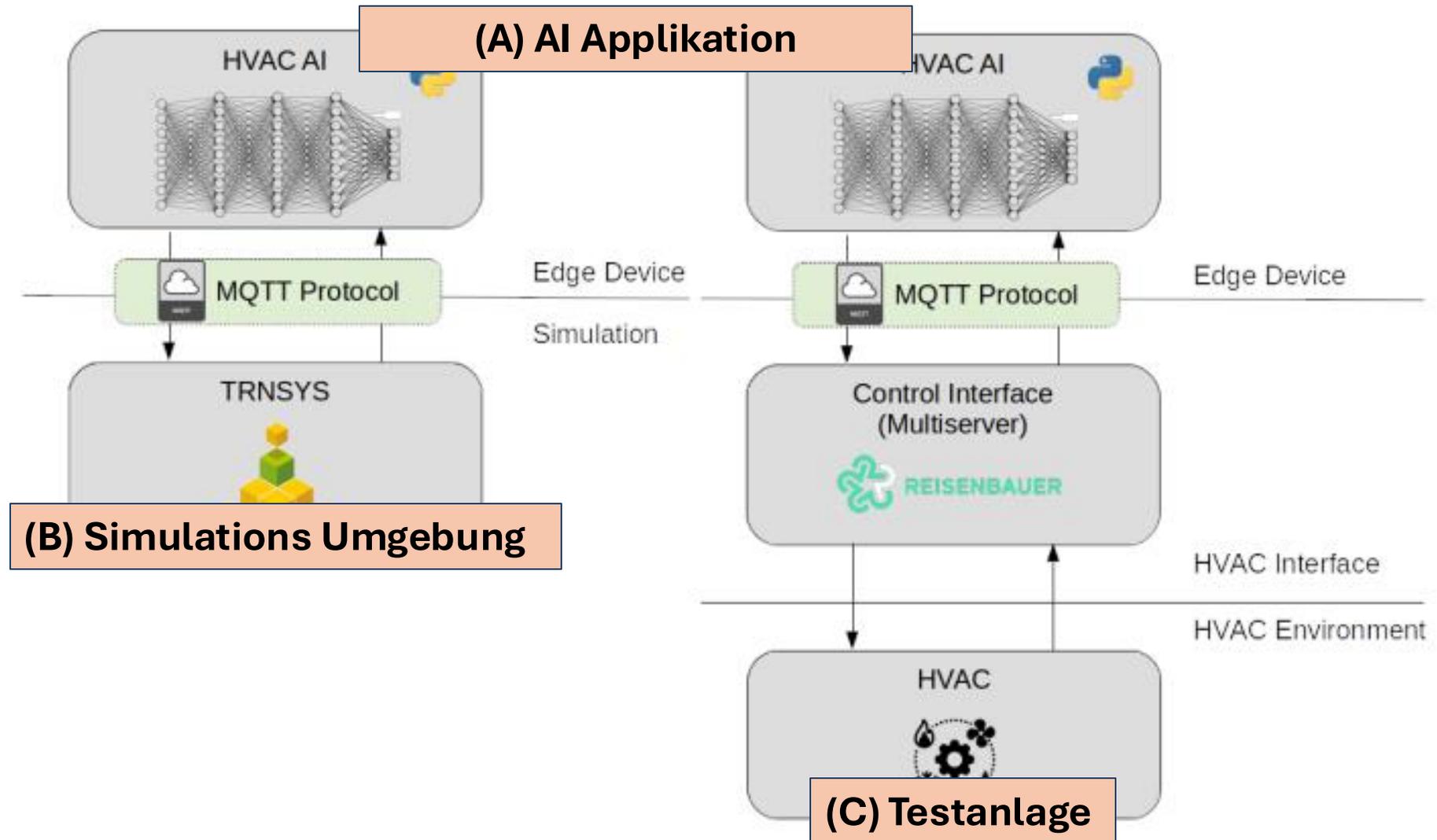


Outdoor State Space:

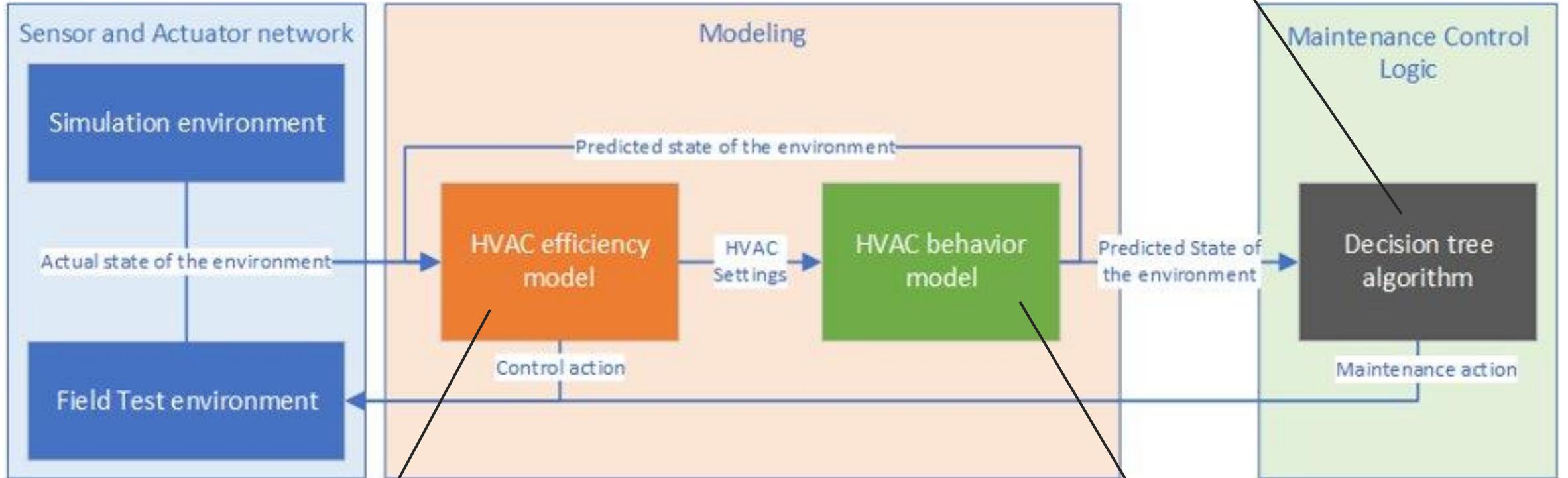
- Outdoor **Temperature** [$^{\circ}\text{C}$]
- Outdoor **Humidity** [%]
- CO2** Level of Outdoor Air [ppm]

Overall Systemparameter ~100

Projekt Schlüsselkomponenten



System Architecture



Entscheidungsbaum

Trifft konkrete Aussagen für eine prädiktive Instandhaltung

Kombination mehrerer AI-Modelle:

Reinforcement Learning (PPO)

Optimiert jeden diskreten Zeitschritt die Leistung der Anlage

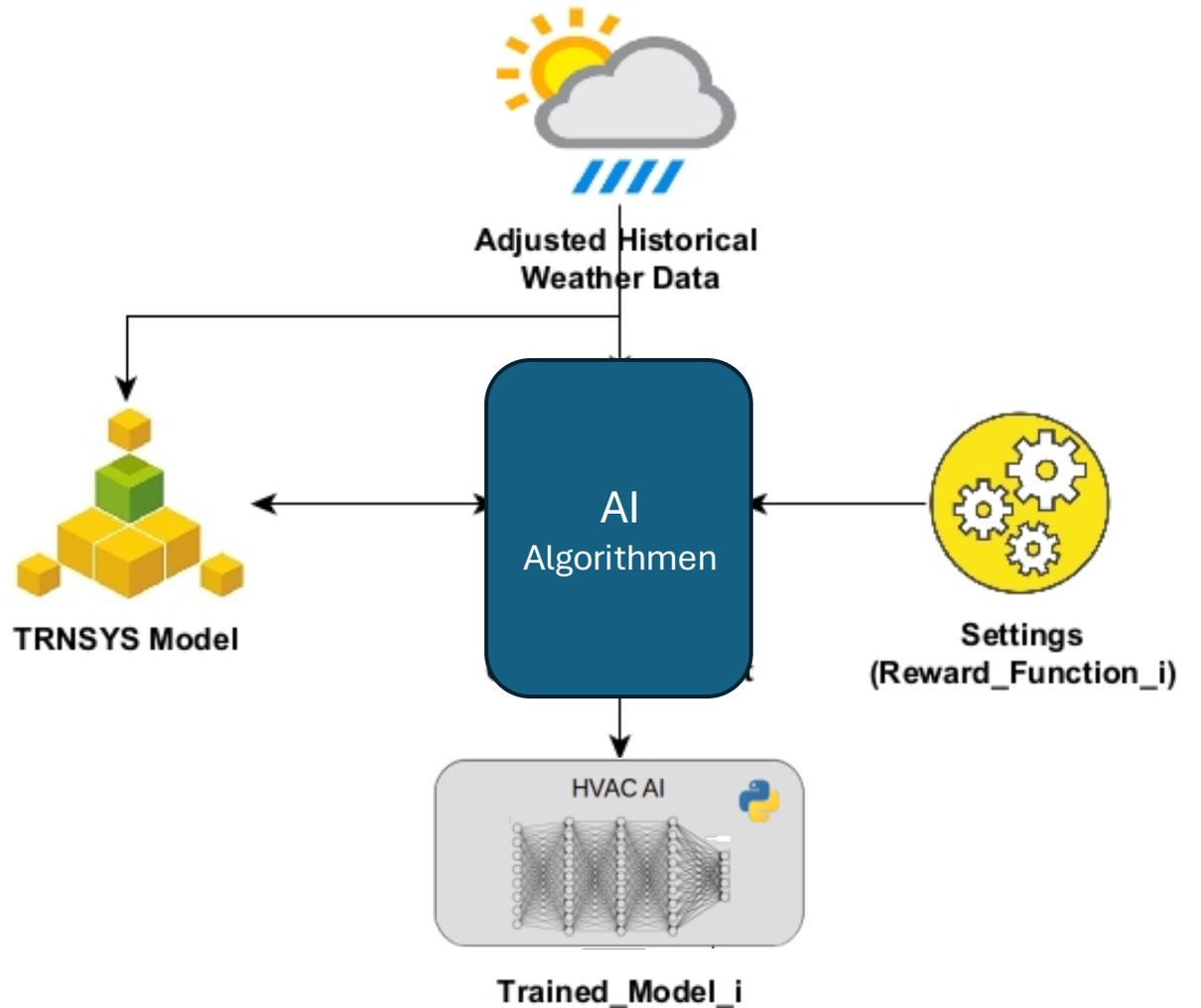
Supervised Learning (LSTM)

Generiert eine Zustandsvorhersage der Anlage

KI Trainingsphase

- TRNSYS Simulation
- Generisches Gebäude
- Historische Wetterdaten

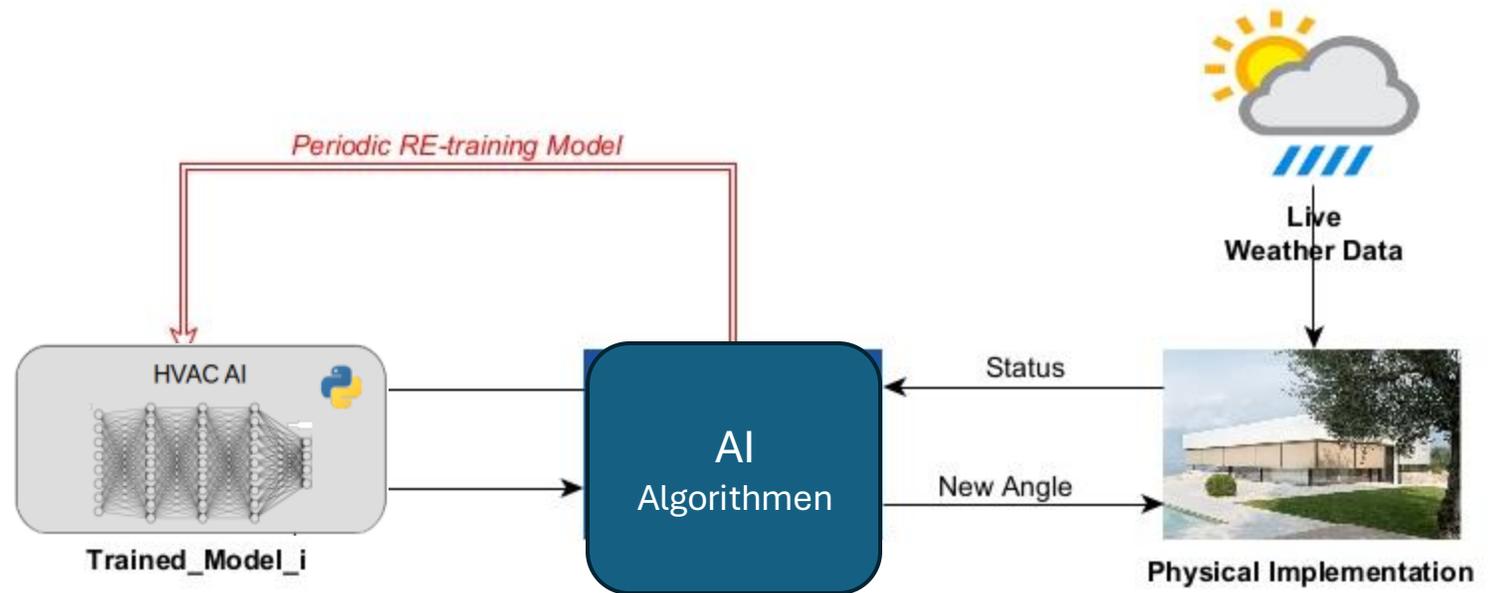
- Trainingszeitraum
ca. 10 Jahre



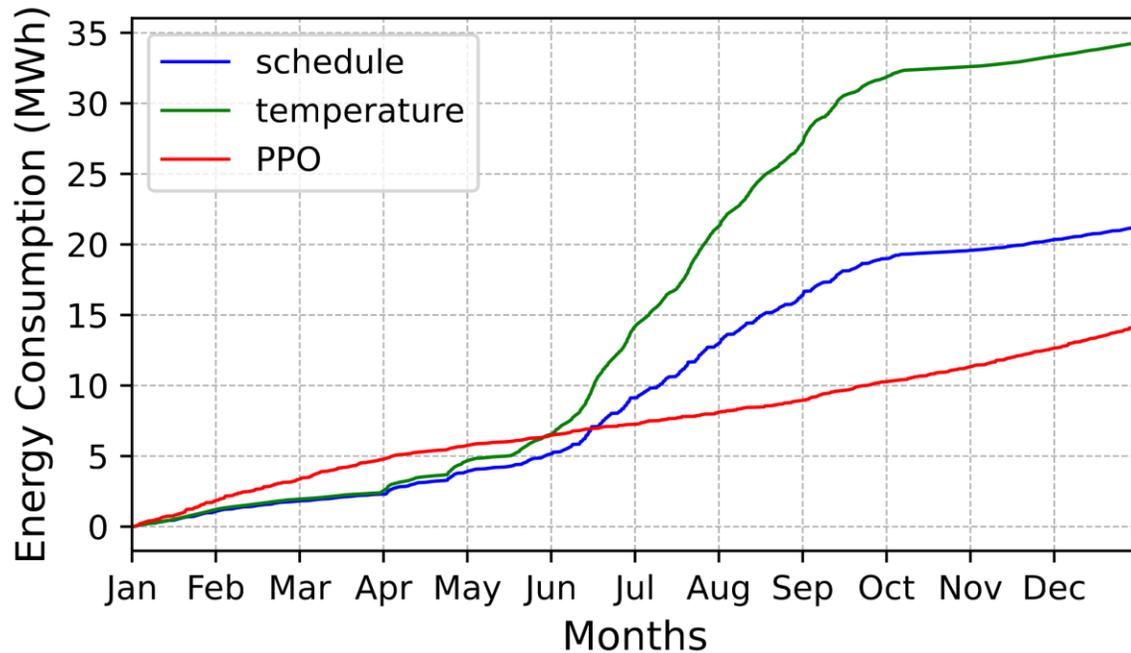
KI Betriebsphase

- Geplanter Testlauf:
Bürogebäude R&H

- Daten von echter Anlage
- Live Wetter Daten
- AI läuft in Cloud
- Kontinuierliche Verbesserung der AI

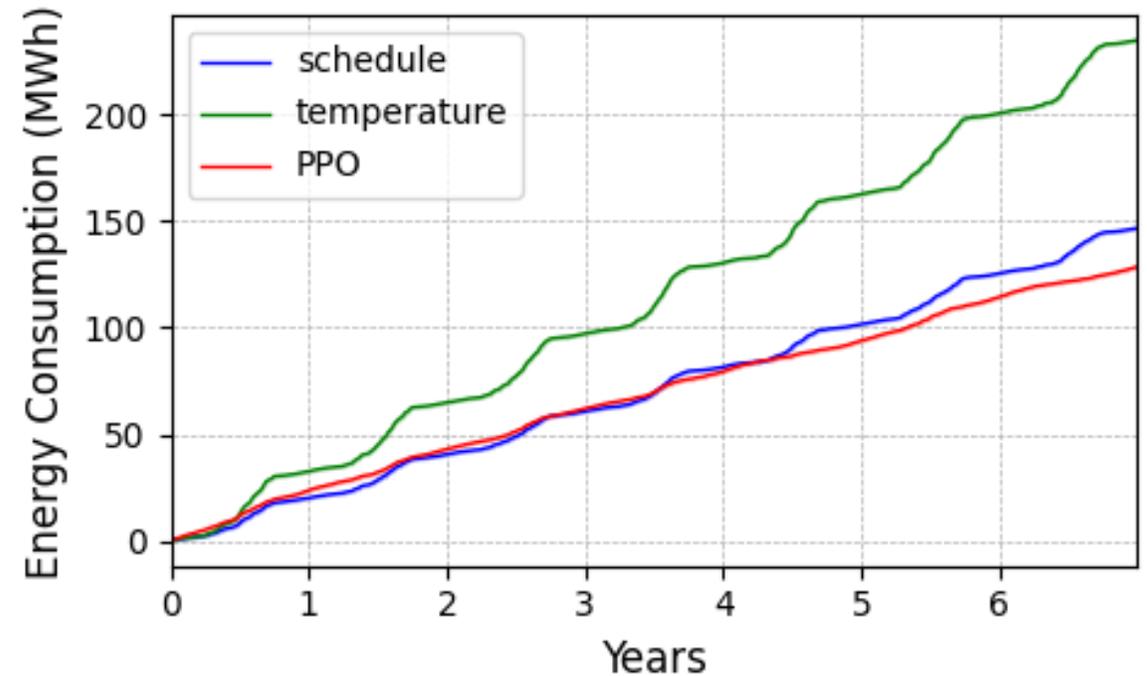


Vorläufige Trends



- Gesamtenergieoptimierung
- Betrachtungszeitraum eines spezifischen Jahres

Ergebnisse aus der Simulation (exklusive Einsparung Prädiktiver Wartung)



- Gesamtenergieoptimierung
- Betrachtungszeitraum über 6 Jahre

Impact / Nutzen und Verwertung (*)

- **Gebäudebetreiber / GebäudeeigentümerInnen** profitieren durch eine **Kostenersparnis** im Energiebereich, vom **höheren Nutzerkomfort** und **Ausfallssicherheit** der HLK-Anlage.
- **PlanerInnen / Systemintegratoren / Facility Manager** profitieren von **unabhängigen Schnittstellen** der HLK-Anlage, der **Verknüpfung von Daten** über mehrere Anlagen hinweg und der Möglichkeit **bestehende Anlagen nachzurüsten**.
- **Hersteller / Zulieferer** von HLK-Anlagen und Gebäudeleittechnik erhalten **neuartige Steuer- und Regelungskonzepte**.

*Anhand der vorläufigen Trends; die Validierung der Algorithmen ist noch ausständig.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fortschrittliche HLK-Systeme:

Kombination von Energieeffizienz und Wartung durch KI