

# KI4HVACS

Fortschrittliche HLK-Systeme:

Kombination von Energieeffizienz und Wartung durch KI



# FFG Programm: Energieforschung

e!MISSION.at - Energy Mission Austria

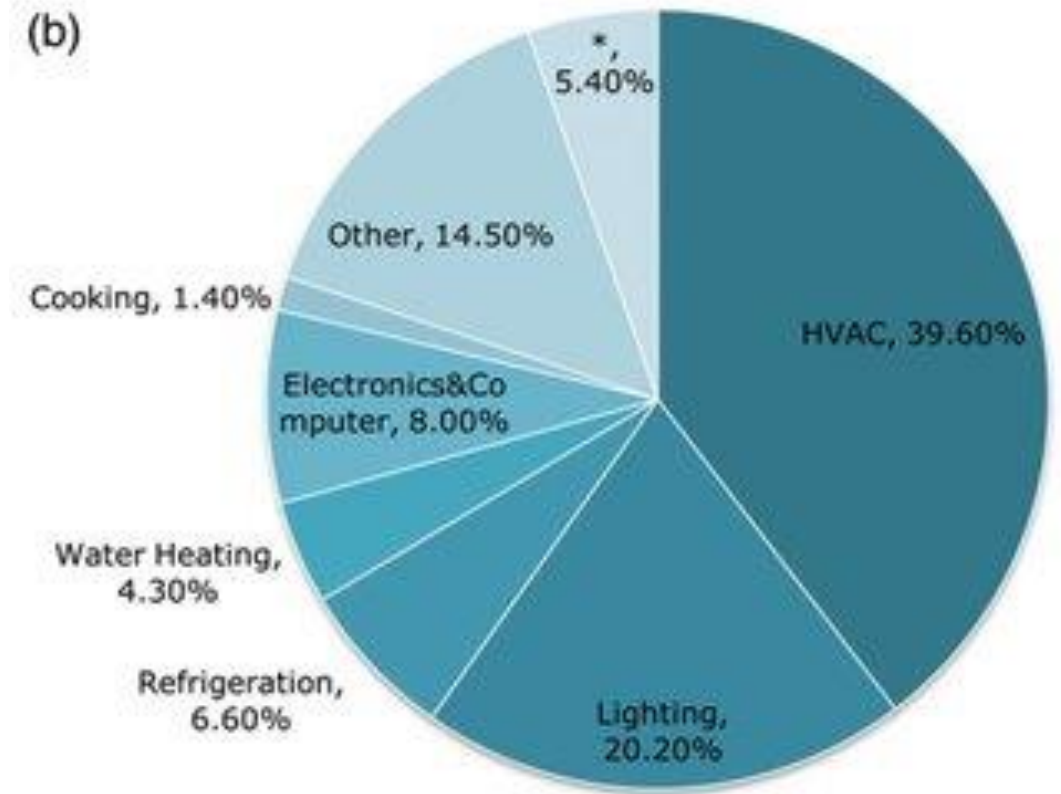


## Konsortium KI4HVAC



# 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**, *CO<sub>2</sub>-Emissionen* verringern.

# Highlevel Projektziele

**Kontinuierliche Reduzierung des Energieverbrauchs, Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen von HLK-Anlagen.**

Mit Modhoden von **maschinellern Lernen**:

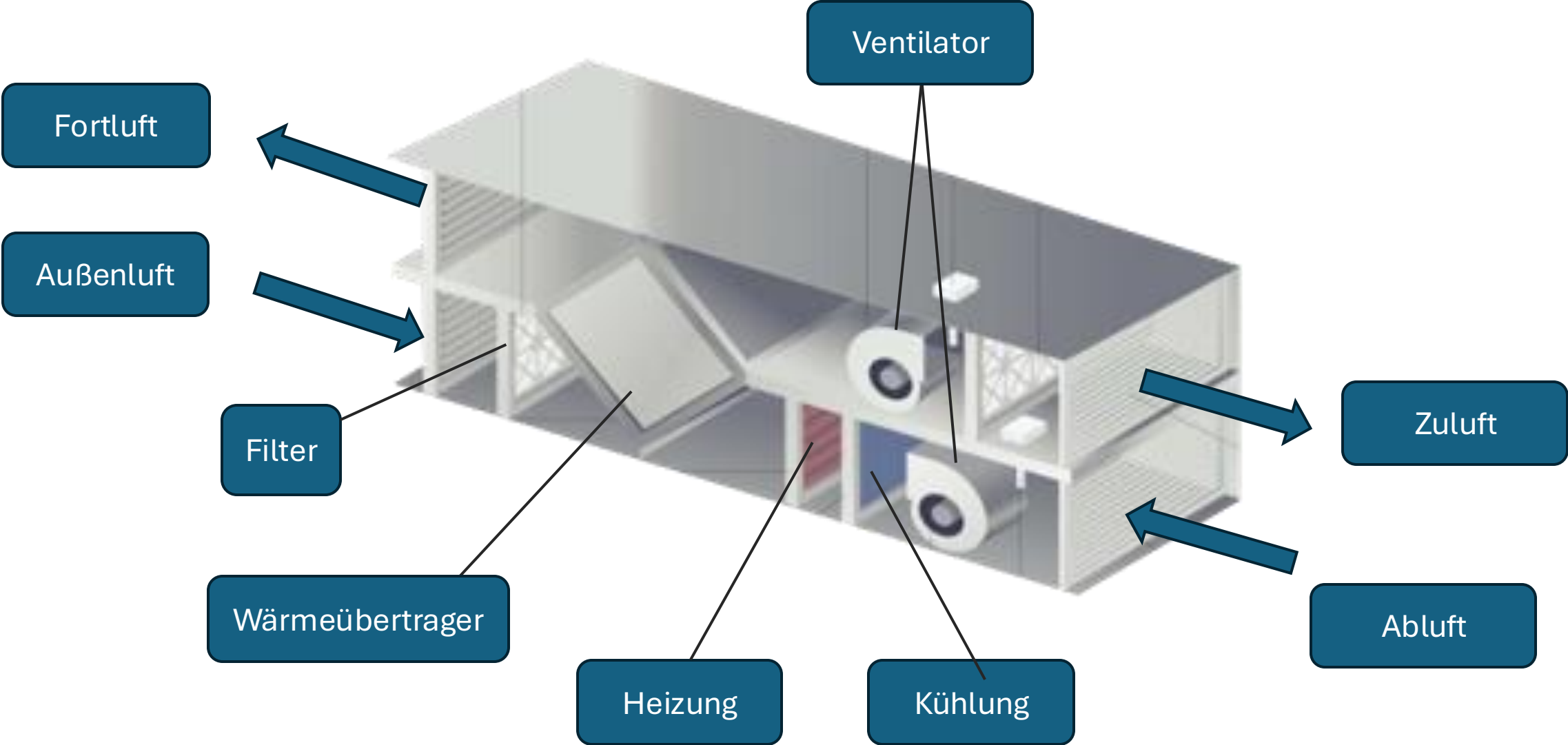
(A) **System- und Betriebszustände zu bewerten und optimieren**

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

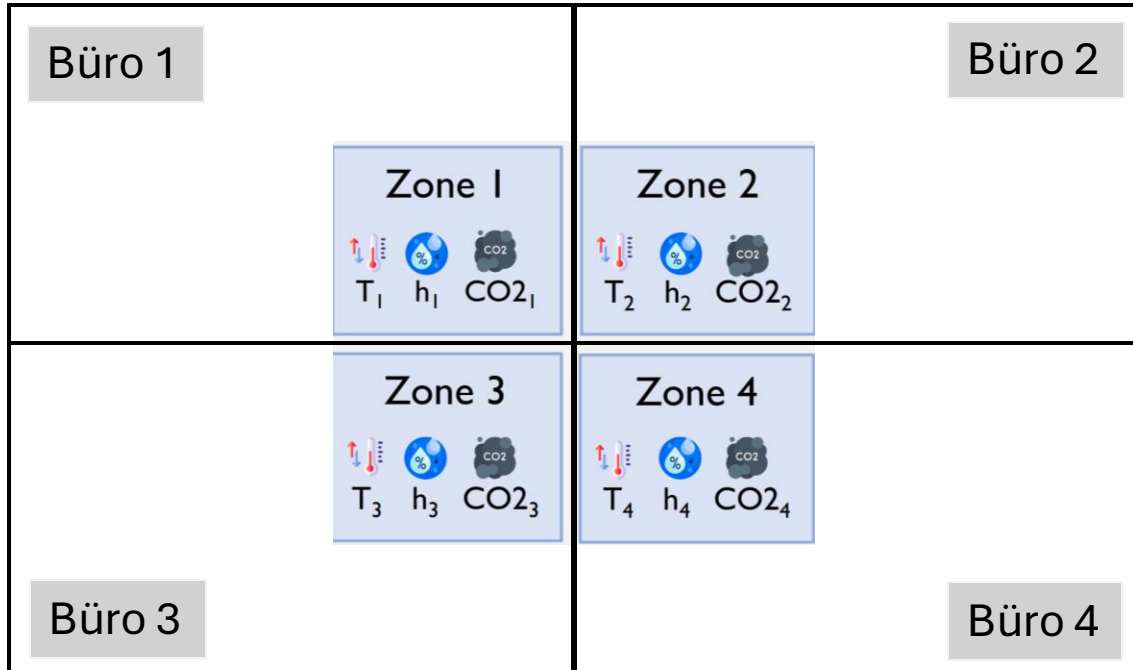
(A) --> optimiert den ***kurzfristiger Energieverbrauch***

(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  $i$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
- Specific Heating Demand in Zone  $i$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- Energy Consumption in Zone  $i$  [W]

## Action Space:

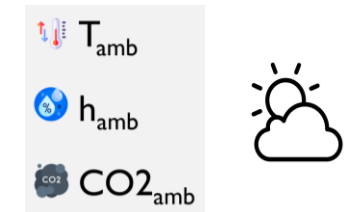
- Temperature** Setpoint for Zone  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Relative **Humidity** Setpoint in Zone  $i$  [%]
- Volume Flow Rate** Setpoint in Zone  $i$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
- Fraction of **Recirculating Air** [%]



## HVAC State Space:

~ 75 Parameters

## Weather Conditions

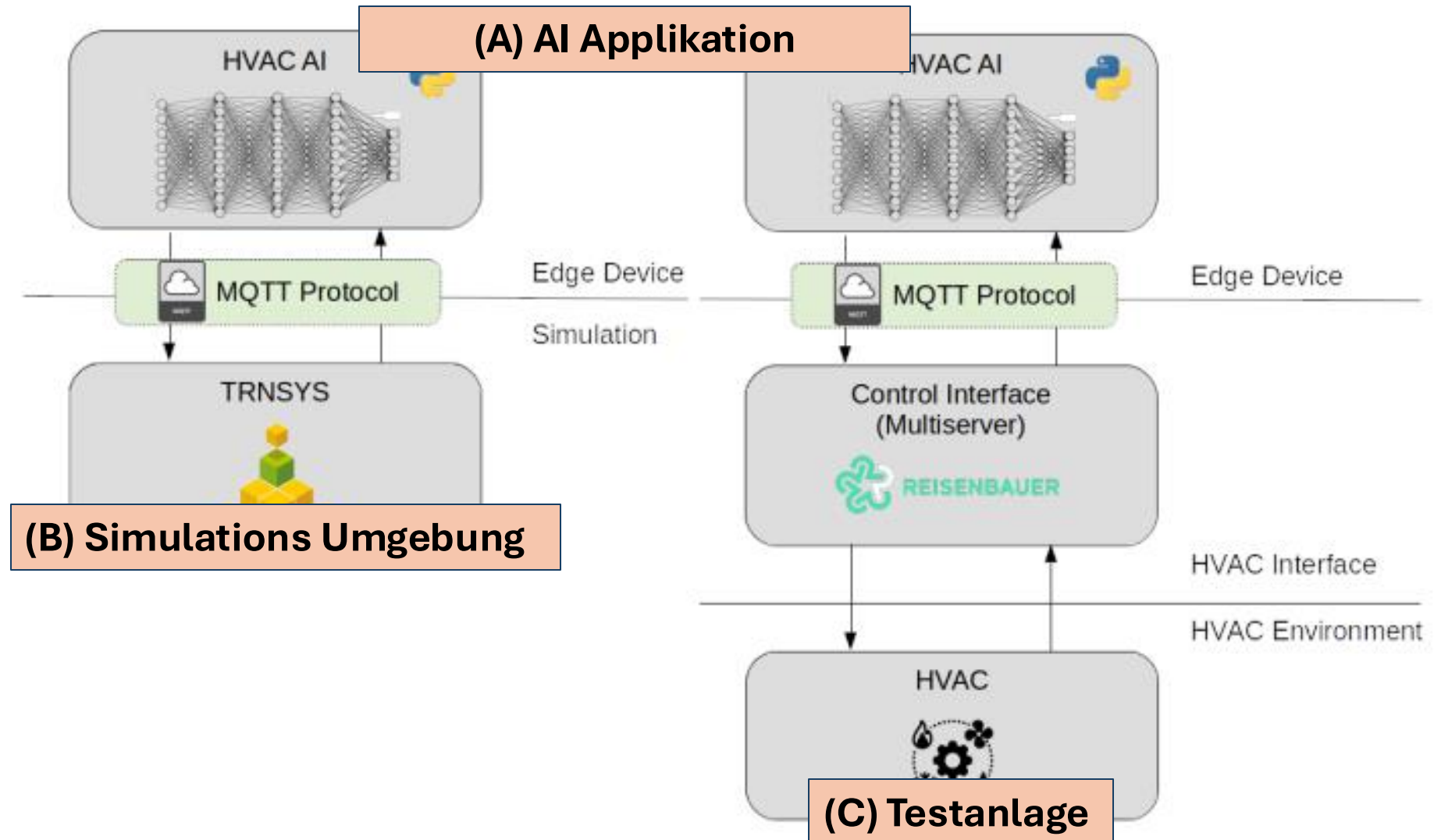


## Outdoor State Space:

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

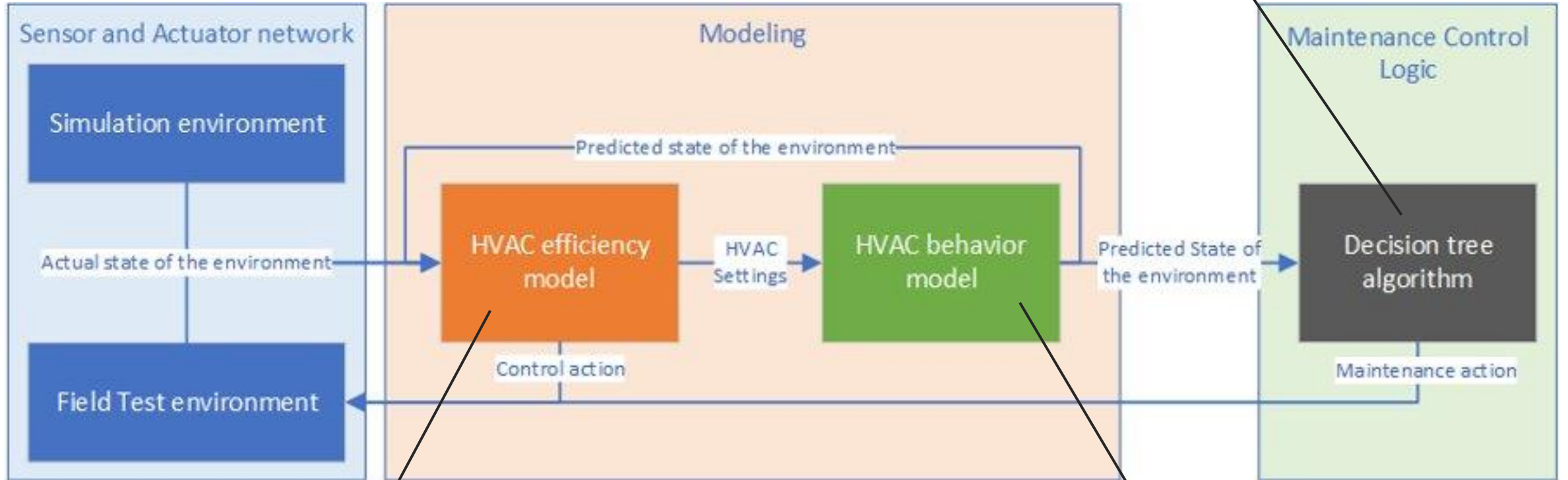
**Overall Systemparameter ~100**

# Projekt Schlüsselkomponenten





# System Architecture



## Kombination mehrerer AI-Modelle:

### ***Reinforcement Learning (PPO)***

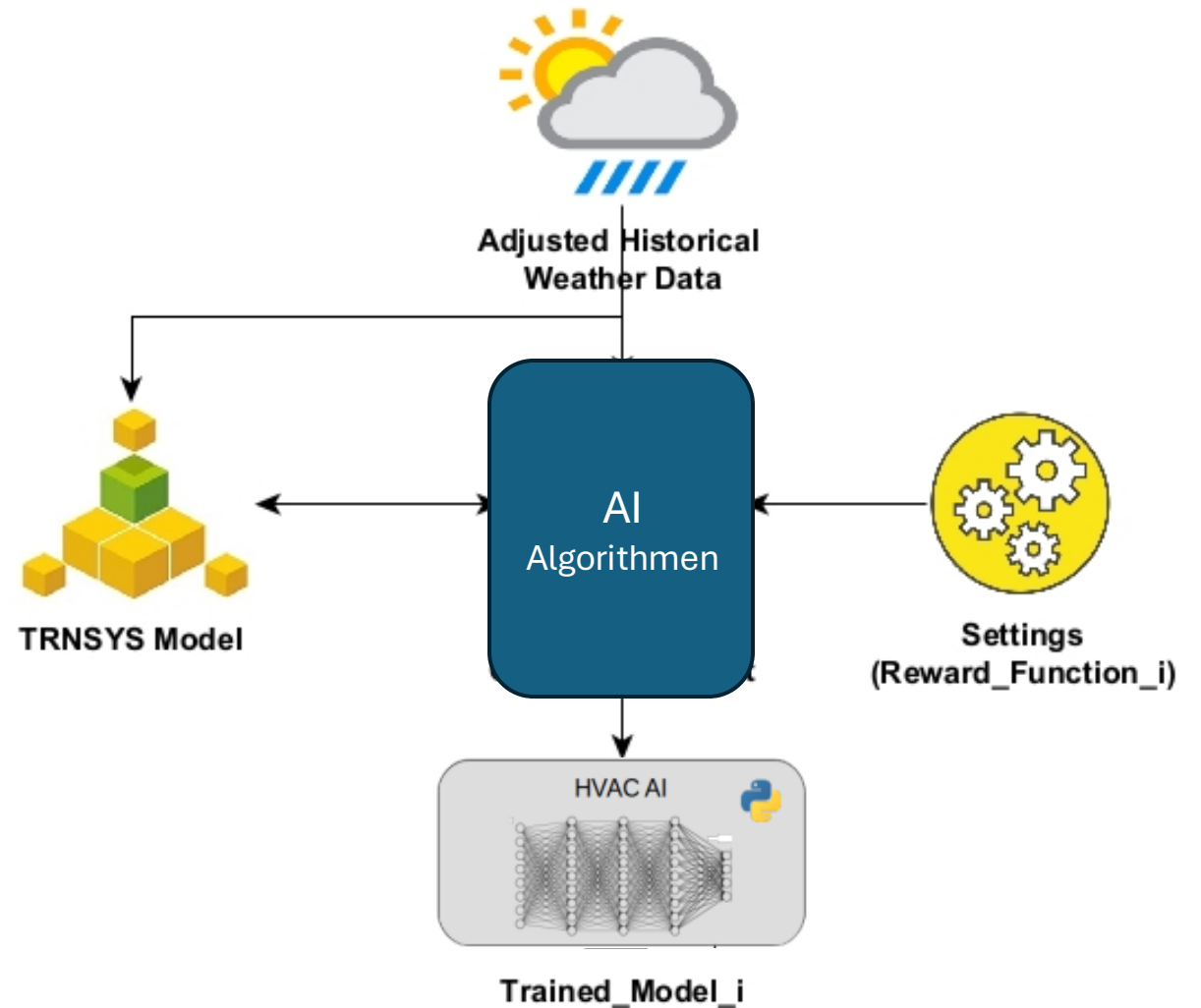
Optimiert jeden diskreten Zeitschritt die Leistung der Anlage

### ***Supervised Learning (LSTM)***

Generiert eine Zustandsvorhersage der Anlage

# KI Trainingsphase

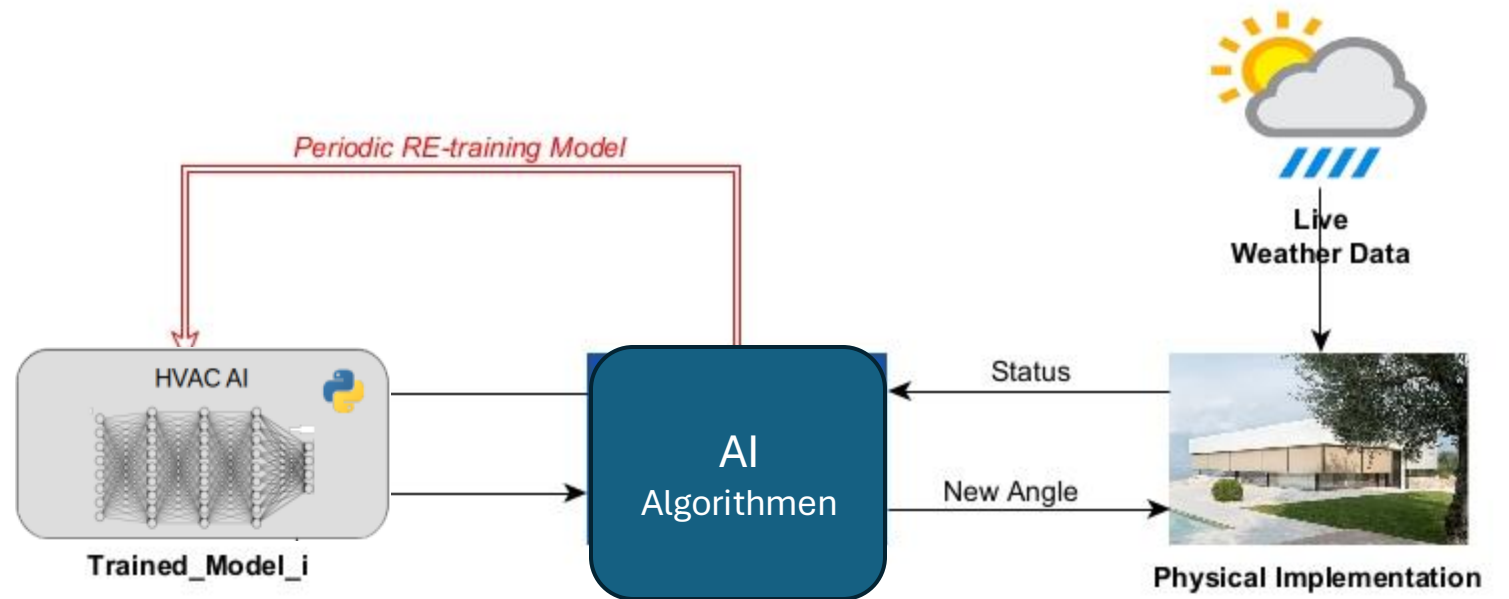
- TRNSYS Simulation
- Generisches Gebäude
- Historische Wetterdaten
  
- Trainingszeitraum  
ca. 10 Jahre



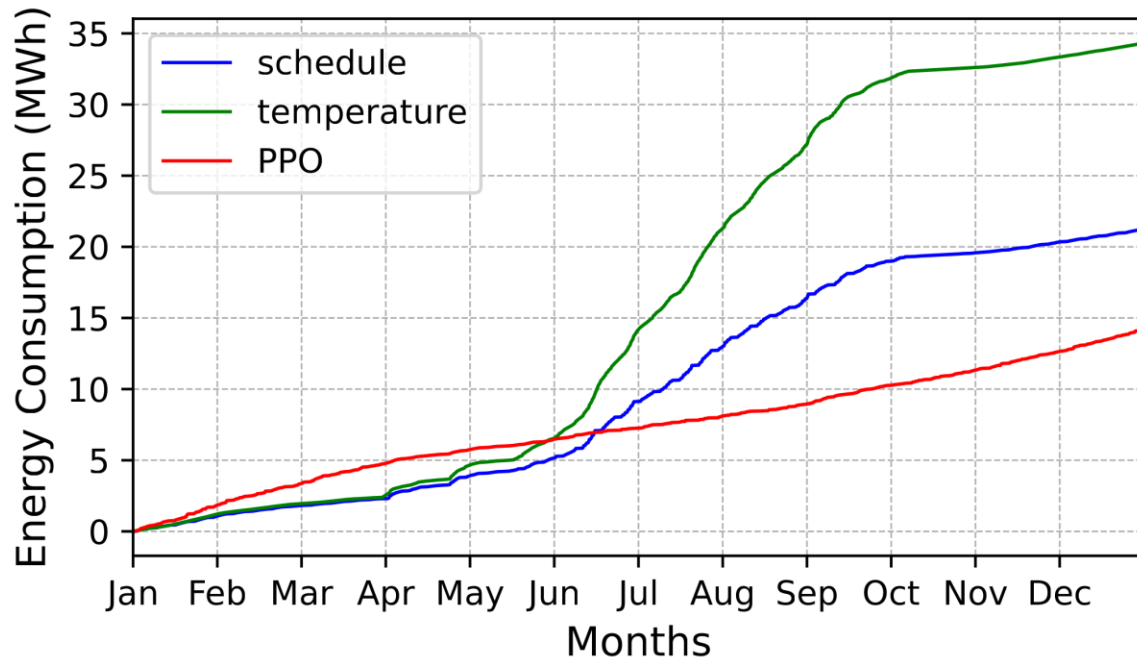
# KI Betriebsphase

- Geplanter Testlauf:  
**Bürogebäude R&H**

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

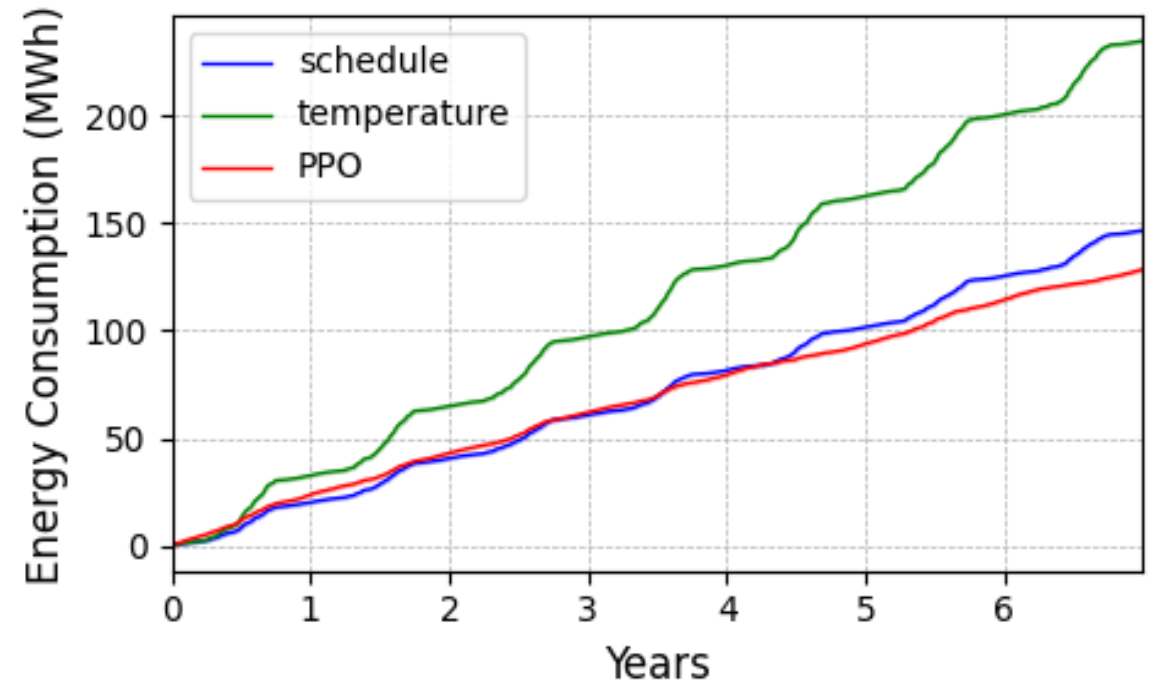


# Vorläufige Trends



- 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