

## ALFA

Artificial Intelligence for Smart Diagnosis in Building Automation

<b>Programm / Ausschreibung</b>	KS 24/26, KS 24/26, Bridge Ausschreibung 2024/01	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.11.2024	<b>Projektende</b>	31.10.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Automated diagnosis, Building automation monitoring, Artificial Intelligence Diagnosis		

### Projektbeschreibung

Auf Gebäude entfällt ein erheblicher Teil des Energieverbrauchs in der EU und in Österreich, der auf 40 % bzw. 25 % geschätzt wird. Studien haben gezeigt, dass bis zu 50 % der Wärmepumpen aufgrund mangelnder Wartungsmaßnahmen nur mit einer Effizienz von 70-80 % arbeiten. Durch frühzeitiges Erkennen, Diagnostizieren und Reparieren von Fehlern in Wärmepumpen kann der Energieverlust um etwa 40 % reduziert werden. Die Nutzung intelligenter Energiedienstleistungen, wie z. B. der Diagnose, kann die Energieeffizienz verbessern und die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern. Außerdem sind Diagnose und Reparatur wichtige Bestandteile der Wartung, die die Lebensdauer von Produkten erheblich verlängern. Bei der KI-Diagnose gibt es im Allgemeinen zwei Wege: wissensbasierte, z. B. modellbasierte Diagnose (MBD), und datengesteuerte, z. B. Machine Learning (ML), Verfahren. Während jede der beiden Forschungsrichtungen bereits in industriellen Anwendungen eingesetzt wurde, ist es von entscheidender Bedeutung, einen ganzheitlichen Ansatz zu verfolgen, der diese Methoden kombiniert, um die Stärken beider Methoden zu nutzen und eine robustere und umfassendere Lösung anzubieten. Im Projekt ALFA wollen wir Synergien zwischen modellbasierten und ML Diagnoseverfahren im Zusammenhang mit der Fehlerdiagnose in der Gebäudeautomation fördern. Auf der Grundlage einer Reihe von Benchmarks aus der Praxis werden wir zunächst einen separaten MBD- und ML-Ansatz für den Anwendungsbereich entwickeln. Zweitens werden wir uns darauf konzentrieren, wie die einzigartigen Stärken und Fähigkeiten der Methoden integriert werden können. Für ein neu in Betrieb genommenes Gebäude gibt es im Allgemeinen einen Mangel an Daten, der als Kaltstartproblem bekannt ist. Um dieses Problem zu entschärfen, werden wir Simulationen auf der Grundlage des MBD-Modells nutzen, um einen synthetischen Diagnosedatensatz für das Training des ML-Modells zu erzeugen. Darüber hinaus betrachten wir die Interpretierbarkeit von ML-Diagnosen durch Explainable AI (XAI), um die Transparenz in Entscheidungsprozessen zu fördern. Schließlich werden wir weitere Synergie-Möglichkeiten (z.B. das Einbinden von Wahrscheinlichkeiten in MBD basierend auf Daten aus dem ML-Diagnoseverfahren) erforschen um neue Maßstäbe für die Genauigkeit und Effizienz der Diagnose in der Gebäudeautomatisierung zu setzen.

### Abstract

Buildings account for a significant portion of energy consumption in the EU and Austria, estimated at 40% and 25%, respectively. Studies have shown that up to 50% of heat pumps operate at only 70-80% efficiency due to a lack of maintenance activities. By detecting, diagnosing, and repairing faults in heat pumps early on, energy loss can be reduced by

approximately 40%. Utilizing smart energy services, such as diagnosis, can enhance energy efficiency and reduce CO2 emissions. Further, diagnosis and repair are crucial components of maintenance that significantly extend the lifetime of products. There are generally two AI diagnosis avenues: knowledge-based, e.g., model-based diagnosis (MBD), and data-driven, e.g., machine learning (ML), approaches. While each research direction has been applied to industrial applications, it becomes crucial to adopt a holistic approach that combines these methodologies to leverage the strengths of both methods, offering a more robust and comprehensive solution. In the project ALFA, we want to foster synergies between model-based and machine learning techniques in the context of fault diagnosis of building automation sector. Based on a set of real-world benchmarks, we will first develop a separate MBD and ML approach in the application domain. Second, we will focus on ways to integrate the methods unique strengths and capabilities. There is generally a lack of data for a newly commissioned building known as the cold start problem. To mitigate this issue, we will exploit simulations based on the MBD model to generate a synthetic diagnostic data set for training the ML model. Additionally, we emphasize the interpretability of ML diagnostics via Explainable AI (XAI), promoting transparency in decision-making processes. Finally, we will explore further synergy opportunities (e.g., incorporating probabilities into MBD based on data from the ML diagnostic process) to set new standards for the accuracy and efficiency of diagnostics in building automation.

### **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

### **Projektpartner**

- DILT Analytics FlexCo