

## EnableDigitalDH

Data Science für bessere Datenqualität: missing link für eine erfolgreiche datengetriebene Digitalisierung der Fernwärme

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 6. Ausschreibung 2019	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.03.2021	<b>Projektende</b>	31.08.2022
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	18 Monate
<b>Keywords</b>	Data Science, Data-Driven, Fernwärme, Digitalisierung, Datenqualität,		

### Projektbeschreibung

Mehr als 50% des gesamten Energieverbrauchs in Europa wird für Heiz- und Kühlzwecke verwendet. Fernwärme ist eine zentrale Technologie für die Dekarbonisierung dieses Sektors und die Erreichung europäischer und globaler Klimaziele, insbesondere vor dem Hintergrund der Transition zu Smarten Energiesystemen. Hier werden zunehmend Erneuerbare Energieträger, Speicher, Gebäude und Prosumer miteinander vernetzt und Wärme-Strom- und Gasnetze gekoppelt. Die Digitale Transformation der Fernwärme eröffnet das Potenzial, diese zunehmend komplexer werdenden Systeme effizienter, intelligenter, flexibler und zuverlässiger zu betreiben.

In digitalisierten Fernwärmenetzen schicken Kunden bzw. Smart Meter ihre Messdaten laufend über eine Datenverbindung an den Betreiber. Die Systemregelung ist mit den Energieerzeugern und den Wärmeabnehmern („demand side“) in Verbindung, sodass laufend Messdaten des gesamten Systems vorliegen. Im Unterschied zu Smart Metern im Stromnetz steht bei Wärmenetzen eine ungleich größere Datenbasis zur Verfügung; typisch sind im „Fernwärme Big Data“ zeitlich hochaufgelöste Messungen mit mehreren 1000 Kanälen. Diese Messdaten müssen so verarbeitet werden, dass sie direkt zur Echtzeit-Entscheidungsfindung und Optimierung der Netze beitragen. Zur Nutzung dieser Potenziale werden seit Jahren Analysemethoden aus den Bereichen Machine Learning und dynamische Modellierung erprobt. Die Leistungsfähigkeit und Präzision dieser Methoden hängt allerdings stark von der Qualität der verwendeten Inputdaten ab. Ein wesentlicher Grundpfeiler all dieser Methoden ist daher die Verfügbarkeit großer Datenmengen in guter Datenqualität.

In der Praxis ist die Datenqualität leider häufig schlecht: Datenlücken, Messrauschen, Ausreißer, Fehler bei der Übertragung etc. sind in der Praxis oft der limitierende Faktor, um Analysemethoden anwendbar zu machen und damit die Optimierungspotenziale auch tatsächlich ausschöpfen zu können. Daher setzt das beantragte Projekt den Fokus auf die Verbesserung der Datenqualität der Messdaten von Fernwärme-systemen: Das Sondierungsprojekt EnableDigitalDH erforscht Werkzeuge und Methoden, um die Robustheit, Präzision und Anwendbarkeit von datengetriebenen Analyse-, Prognose- und Fehler-detektions-methoden für Fernwärmesysteme zu verbessern. Davon profitieren gleichermaßen physikalische Methoden (dynamische Modelle, grey box Ansätze) als auch Machine Learning Methoden (black box Ansätze).

Das Sondierungsprojekt EnableDigitalDH verbindet Know-how und Erfahrung zweier erfolgreicher Forschungsinstitute: AEE

INTEC im Bereich thermischer Energiesysteme und Fernwärme, Know-Center im Bereich Big Data und Machine Learning. In einem interdisziplinären Ansatz werden Methoden zur Verbesserung der Qualität von Messdaten durch intelligente datengetriebene Modelle sondiert. Messdaten zahlreicher realer Fernwärme-Systeme liegen AEE INTEC vor, die im Projekt als Use Cases verwendet werden können. Das Know-Center hat Expertise im Bereich von Data-Science-Methoden für Data Cleaning, Outlier Detection, Data Imputation etc.

Als Projektergebnis wird eine umfassende Evaluierung und Charakterisierung datengetriebener Analyse-Methoden mit speziellem Fokus auf deren Datenqualitätsanforderungen und von Data-Science-Methoden zur Verbesserung der Datenqualität von Messdaten vorliegen, die auf realen Messdaten basiert. Die Projektergebnisse haben das Potenzial, den Impact von datengetriebenen Analysemethoden für moderne Energiesysteme zu erhöhen. Die Erkenntnisse und Ergebnisse des Projekts werden wissenschaftlich disseminiert; ausgewählte Datensätze, Codebausteine und Dokumentationen werden in einem Open Access Repository zur Verfügung gestellt. Durch Aufzeigen des offenen F&E-Bedarfs zur Weiterentwicklung der methodischen Ansätze bis zu einer möglichen Praxisanwendung wird EnableDigitalDH eine Basis liefern, auf dem zukünftige Forschungsprojekte im Bereich digitalisierter Energiesysteme aufbauen können.

## **Abstract**

More than 50% of the total energy consumption in Europe is used for heating and cooling. District heating is a key technology for the decarbonisation of this sector, and for achieving European and global climate targets, especially in the context of the transition to smart energy systems. Here, renewable energy sources, energy storage systems, buildings and prosumers are increasingly being connected with each other and heat, electricity and gas sectors are coupled. The digital transformation of district heating enable the potential to operate these increasingly complex systems more efficiently, intelligently, flexibly and reliably.

In digitalised district heating networks, customers or smart meters continuously send their measurement data to the operator via a data link. The general control system is connected to energy producers and heat consumers ("demand side"), so that measurement data of the entire system are continuously available. In contrast to smart meters in the power grid, a much larger database is available for heating networks; typical in "District Heating Big Data" are high-resolution measurements with several 1000 channels. These measurement data must be processed in a way that they contribute directly to real-time decision-making and network optimisation. To exploit this potential, analysis methods based on machine learning and dynamic modelling have been tested for years. However, the performance and precision of these methods depends strongly on the quality of the input data used. Therefore, the availability of large datasets in good data quality are essential for all these methods.

Unfortunately, the data quality of real measurement data is often poor: gaps, measurement noise, outliers, transmission errors, etc. are often the limiting factor for applying analysis methods in real systems and thus actually exploiting the optimization potential. Therefore, the proposed project focuses on improving the data quality of measurement data of district heating systems: The exploratory project EnableDigitalDH investigates tools and methods to improve the robustness, precision and applicability of data-driven analysis, forecasting and fault detection methods for district heating systems. Physical methods (dynamic models, grey box approaches) and machine learning methods (black box approaches) benefit from this.

The exploratory project EnableDigitalDH combines know-how and experience of two successful research institutes: AEE

INTEC in the field of thermal energy systems and district heating, Know-Center in the field of Big Data and Machine Learning. In an interdisciplinary approach, methods to improve the quality of measurement data by intelligent data-driven models are being explored. AEE INTEC has access to measurement data from numerous real district heating systems, which can be used as use cases in the project. The Know-Center has expertise in data science methods for data cleaning, outlier detection, data imputation etc.

As a result of the project, a comprehensive evaluation and characterization of data-driven analysis methods with special focus on their data quality requirements and of data science methods to improve the data quality of measurement data will be available, based on real measurement data. The project results have the potential to increase the impact of data-driven analysis methods for modern energy systems. The findings and results of the project will be scientifically disseminated; selected data sets, code modules and documentation will be made available in an open access repository. By demonstrating the open R&D needs for the further development of the methodological approaches up to a possible practical application, EnableDigitalDH will provide a basis on which future research projects in the field of digitised energy systems can build on.

### **Projektkoordinator**

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (kurz: AEE INTEC)

### **Projektpartner**

- Know Center Research GmbH