

RINGs

Struktur- und Prozessoptimierung resilienter Quartiers-Energienetze

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung Ausschreibung 2022	Status	laufend
Projektstart	01.06.2024	Projektende	31.05.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Anergienetz, Kalte Fernwärme, Autarkie, Optimierung		

Projektbeschreibung

Zukünftige Energieversorgungssysteme für Quartiere haben eine Vielzahl an Funktionen innerhalb eines engen Korsetts an ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen zu erfüllen. Neben der Versorgung mit Wärme und Elektrizität ist die Kühlung in den letzten Jahren zu einem integralen Bestandteil zukunftsfähiger urbaner Energiekonzepte geworden. Die Senkung der Treibhausgas-Emissionen im Betrieb und die Nutzung von regenerativen Energiequellen stehen im Fokus gesellschaftlicher Zielsetzungen. Die fünfte Generation thermischer Energienetze, die „Anergienetze“ oder „kalte Fernwärme“, beruht auf einem Systemansatz, der trotz noch vorhandener Wissens- und Entwicklungslücken maßgeblich zur Lösung der großen Herausforderungen der Energiewende beitragen kann. Die damit verbundene Vernetzung von Einzelgebäuden und die intensive und effiziente Nutzung regenerativer Energiequellen (PV, PVT, Grundwasser, Abwärme etc.) minimiert Emissionen und erhöht Resilienz, Unabhängigkeit und Flexibilität maßgeblich.

Das übergeordnete Ziel des Forschungsprojekts RINGs ist es, das Wissen zum Thema Anergienetze basierend auf bestehenden wissenschaftlichen Arbeiten und bereits bestehenden Projekten in Europa aufzuarbeiten und mithilfe von detaillierten Analysen einer umgesetzten Case Study gezielt zu erweitern.

Im Rahmen des Wissensaufbaus zu Anergienetzen, wird im Projekt eine breit angelegte systematische Analyse einer Matrix an geeigneten Systemkonfigurationen (versch. Wärmequellen, Speicherlösungen, Netzführung etc.) und Dimensionierungen für definierte Quartiers-Archetypen und die im Projekt betrachtete Case Study durchgeführt. Die energetische, ökologische und ökonomische Performance wird dabei anhand einer Energiesystem-Modellierung auf Stundenbasis für verschiedene Systemkonfigurationen über definierte KPIs bewertet. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die weiteren Arbeiten im Projekt und als Hilfestellung für die Konzeptionierung und Planung zukünftiger Anergienetz-Projekte.

Bei der betrachteten Case Study handelt es sich um die Conrad Kaserne des österreichischen Bundesheeres in Innsbruck, die zu einem nachhaltigen Quartier auf Basis eines Anergienetzes transformiert wird. Für dieses System werden räumlich und zeitlich hoch aufgelöste, hybride (thermisch und elektrisch) Simulationsmodelle entwickelt, die auch die Regelung des Systems detailliert berücksichtigen und eine Analyse des dynamischen Betriebs ermöglichen. Die Modellerstellung erfolgt dabei semi-automatisiert für das tatsächlich umgesetzte System der Case Study und alternativ für ein vielversprechendes zweites System, abgeleitet aus den Vorarbeiten.

Die Betriebsdaten der betrachteten Case Study werden messtechnisch erfasst und in einer zu erstellenden IoT-Plattform

gespeichert. Mit Hilfe der Daten werden die energetische und ökologische Effizienz des Systems bewertet, die entwickelten Simulationsmodelle validiert und modulare und skalierbare Machine-Learning-basierte Services entwickelt. Letztere dienen zur Erkennung und Diagnose von Betriebsfehlern und zur Prognose der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen und der Wärme-, Kälte- und Stromlasten und werden für die Optimierung der Systemregelung eingesetzt.

Mittels eines zu entwickelnden mathematischen Optimierungsmodells werden verschiedene Betriebsweisen bewertet, mit unterschiedlichen Gewichtungen zwischen Kosten, Autarkiegrad und Emissionen. Aus den Ergebnissen werden Regeln und Strategien abgeleitet, um die Effizienz des hybriden Energiesystems in Bezug auf unterschiedliche Zielfunktionen zu maximieren. Zudem geben die Optimierungsmodelle Auskunft über Resilienz und das Verhalten in Blackout Szenarien.

Die Projektergebnisse werden zusammengeführt, strukturiert aufbereitet und fließen in die Erstellung eines Kriterienkatalogs mit Handlungsempfehlungen für die Konzeptionierung von Energiesystemen basierend auf Anergienetzen ein.

Abstract

Future energy supply systems for quarters have to fulfill a variety of functions within a tight corset of economic and ecological framework conditions. In addition to the supply of heat and electricity, cooling has become an integral part of sustainable urban energy concepts in recent years. The reduction of greenhouse gas emissions during operation and the use of renewable energy sources are the focus of social objectives. The fifth generation of thermal energy networks, the "anergy networks" or "cold district heating", is based on a system approach that can make a significant contribution to solving the major challenges of the energy transition despite of still existing development gaps. The associated connection of individual buildings and the intensive and efficient use of renewable energy sources (PV, PVT, groundwater, waste heat, etc.) minimizes emissions and significantly increases resilience, independence and flexibility.

The overall objective of the RING research project is to assess the knowledge on the topic of anergy networks based on available scientific work and existing projects in Europe, and to expand this knowledge in a targeted manner with the help of detailed analyses of an implemented case study.

A broad systematic analysis of a matrix of suitable system configurations (various heat sources, storage solutions, network design, etc.) and dimensions will be carried out for defined quarter archetypes and the considered case study. The energetic, ecological and economic performance is evaluated for different system configurations via defined KPIs by means of an energy system modelling on hourly basis. The results serve as a basis for the further work in the project and as an aid for the conceptual design and planning of future anergy network projects.

The case study under consideration is the Conrad Caserne of the Austrian Armed Forces in Innsbruck, which is being transformed into a sustainable quarter based on an anergy network. For this system, hybrid (thermal and electrical) simulation models with a high spatial and temporal resolution are developed, which also take the control of the system into account in detail and allow an analysis of the dynamic operation. The model generation is semi-automated for the actually implemented system of the case study and, alternatively, for a promising second system derived from the preliminary work. The operating data of the case study under consideration will be collected by measurement and stored in an IoT platform that will be established. The data will be used to evaluate the energy and environmental efficiency of the system, to validate the developed simulation models, and to develop modular and scalable machine learning-based services. The latter will be used to detect and diagnose operational faults and predict energy production from renewable sources and heating, cooling and electricity loads, and will be used to optimize system control.

Using a mathematical optimization model to be developed, different modes of operation will be evaluated, with different weightings between costs, self-sufficiency levels and emissions. From the results, rules and strategies are derived to maximize the efficiency of the hybrid energy system with respect to different objective functions. In addition, the

optimization models provide information about resilience and behaviour in blackout scenarios.

The project results will be compiled, processed in a structured way and will be used to create a criteria catalogue with recommendations for action for the conceptual design of energy systems based on energy networks.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz

Projektpartner

- DILT Analytics GmbH
- RANGGERTECH GmbH
- EQUA Solutions AG
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen