

KI:SeKoPo

Kläranlage intelligent: Sektorkopplungspotential durch Digitalisierung aktivieren

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.02.2022	Projektende	31.07.2023
Zeitraum	2022 - 2023	Projektlaufzeit	18 Monate
Keywords	Künstliche Intelligenz, Digitaler Zwilling Kläranlage, Sektorkopplung, Nexus Wasser-Energie-Wertstoff, Kreislaufwirtschaft		

Projektbeschreibung

Der Energieverbrauch der städtischen Wasserversorgung macht bis zu 10 % des nationalen Energieverbrauchs aus. Durch zunehmende Urbanisierung und der damit verbundenen zunehmende Einwohnerzahlen stehen Kläranlagenbetreiber vor neuen Herausforderungen. Gleichzeitig birgt der Betrieb von Kläranlagen noch großes Optimierungspotential durch Koppelung mit anderen Sektoren. Um dieses Sektorkopplungspotential nutzen zu können fehlt es aktuell noch an einer Automatisierungslösung, die die dafür notwendigen Informationen zusammenführt und verarbeitet. Mit dem digitalen Zwillingsansatz kann diese Lücke geschlossen werden.

Die Entwicklung eines holistischen digitalen-Zwillingskonzeptes, das auch Abhängigkeiten über die Systemgrenzen der konkreten Kläranlage hinaus berücksichtigt und dadurch Sektorkopplungspotentiale offenlegt ist ein sehr aufwändiges Unterfangen. Auch wenn das Potential von digitalen Zwillingen in Kläranlagen auf den ersten Blick überaus groß ist - eine seriöse Abschätzung des realistisch erzielbaren Erfolges unter Berücksichtigung der tatsächlichen Voraussetzungen in Kläranlagen ist mit dem aktuellen Stand des Wissens nicht möglich.

KI:SeKoPo schafft die Grundlage für ein mehrjähriges nationales oder auch internationales Forschungsprojekt schafft, indem die folgenden Fragen systematisch geklärt werden:

- + Analyse der Prozesse in Kläranlagen im Hinblick auf unseren innovativen Automatisierungsansatz
- + Identifikation des Sektorkopplungspotentials von Kläranlagen
- + Datenanalyse für die Implementierung eines digitalen Zwilling
- + Identifizieren einer geeigneten Struktur für die Wissensbasis (Ontologie) in der die Daten und Modelle verwaltet werden.
- + Identifizieren von geeigneten Modellierungs- und Optimierungsmethoden für den Aufbau eines digitalen Zwilling
- + Technologieanalyse für die Implementierung des digitalen Zwilling und realisieren des vollen Sektorkopplungspotentials
- + Techno-ökonomische Analyse des Innovationsansatzes

Die zentrale Innovation von KI:SeKoPo liegt in der Kopplung von Wasser, Energie und Wertstoffen auf einer digitalen Zwillingsplattform. Dieser Ansatz vereint das bisher ungenutzte Optimierungspotenzial des Nexus Wasser-Energie-Wertstoffe

mit den Echtzeit-Funktionen und der Flexibilität des digitalen Zwillings. Die übergeordneten Ziele sind

- + Umsetzen des digitalen Zwillings-Ansatzes für Betriebs- und Designoptimierung von Kläranlagen
- + Erhöhen des Energie-Sektorkopplungspotentials
- + Realisieren des Wertstoff-Sektorkopplungspotentials
- + Werkzeug zum virtuellen Evaluieren neuer Technologien
- + Maßgeschneiderte Optimierungsansätze für Kläranlagen

Abstract

The energy use of urban water supply and waste water treatment adds up to as much as 10 % of the national energy use. The increase of the population in urban areas due to urbanization will pose considerable challenges to waste water treatment plant (WWTP) operators. At the same time, the operation of WWTP still has a big potential for optimizations by coupling WWTPs with other sectors. To utilize this optimization potential, new automatization solutions are required that are capable of collecting and processing the necessary data. The digital twin approach is well suited to provide these capabilities.

Developing a holistic concept for a digital twin, which also incorporates interconnections beyond the system boundaries of one single WWTP to enable new sector coupling opportunities, is an endeavor that takes a lot of time and effort. Even if the potential of a digital twin of a WWTP is huge at first glance - a detailed assessment of the benefits that can realistically be achieved with the actual conditions in WWTPs is not possible based on the information that is available at the moment.

KI:SeKoPo will provide the basis for a multi-year national or even international research project by systematically evaluating the following points:

- + Analysis of WWTP processes with special focus on our innovation approach
- + Identification of new and not yet fully exploited sector coupling potentials
- + Analysis of the data available in WWTPs today and the data required for a digital twin.
- + Identification of a viable structure for the knowledge representation (ontology) for managing the data and models in the digital twin
- + Identification of viable modeling and optimization approaches
- + Evaluation of the technology required for setting up a digital twin and realizing the full sector coupling potential
- + Techno-economic analysis of our innovation approach

The main innovation of KI:SeKoPo is the connection of water, energy and nutrients on a digital twin platform. In this way the not-yet-realized sector coupling potential of the water-energy-nutrient nexus is enabled and combined with the real time capabilities and the flexibility of the digital twin. The ultimate goal is to

- + realize a digital twin for the design and operational optimization of WWTPs
- + increase the energy sector coupling potential
- + enable the nutrient sector coupling potential
- + create a tool for the virtual evaluation of new technologies in WWTPs
- + develop tailored optimization approaches for WWTPs

Endberichtkurzfassung

Unsere Recherche zeigt, dass Kläranlagen viel nachhaltiger betrieben werden könnten, als aktuell der Fall ist. Die

Wärmerückgewinnung und die „Kläranlage als Kraftwerk“ haben beachtliches Wertschöpfungs- und Dekarbonisierungspotential. Energierelevante Verbesserungen betreffen die Maximierung der Biogaserzeugung, die Nutzung der Abwasserenergie durch Wärmepumpen und die Errichtung von Elektrolyse-Anlagen zur Wasserstofferzeugung bei synergetischer Nutzung des Sauerstoffs für die Belüftung. Die Sektorkopplung mit Strom-, Fernwärme- und Gasnetz rückt dadurch unweigerlich in den Fokus.

Die zentrale Herausforderung bei der Realisierung dieser Sektorkopplungspotentiale ist das Fehlen eines umfassenden Steuerungssystems für Kläranlagen, das in der Lage ist, die benötigten Informationen und Randbedingungen zusammenzuführen und zu verarbeiten. Softwarelösungen, die Sensordaten vernetzen und proaktive Prozessteuerung ermöglichen, wären sehr gefragt, sind aber noch nicht ausgereift. Ein vielversprechender Ansatz, um diese Anforderungen zu erfüllen ist der digitale Zwillings-Ansatz. Einige Produkte, die auf dem digitalen Zwillings-Ansatz basieren, sind seit kurzem verfügbar. Allerdings konzentrieren sich diese ausschließlich auf die Optimierung der Prozesse in der Kläranlage, ohne das Umfeld der Kläranlage zu berücksichtigen. Durch diese Limitierung sind diese Produkte nicht geeignet, das Sektorkopplungspotential von Kläranlagen zu realisieren.

Unser Ansatz ist die ganzheitliche Betrachtung der Kläranlage als Wasser-Energie-Wertstoff Nexus in Kombination mit dem Umfeld der Kläranlage, um Synergieeffekte durch Sektorkopplung zu nutzen. Dadurch kann die Kläranlage nachhaltiger betrieben werden und zusätzliche Wertschöpfungspotentiale durch Kooperation mit Kommunen und ansässigen Industriebetrieben realisiert werden.

Abschließend wäre es empfehlenswert, ein Forschungsvorhaben anzustreben, dessen Ziel die Entwicklung einer digitalen Zwillingsplattform ist, die geeignet ist, die Kläranlage unter Berücksichtigung ihres Umfelds im Sinne der Sektorkopplung ganzheitlich zu optimieren. Durch den Einsatz des digitalen Zwillings kann die Kläranlage zu einem Energie- und Ressourcendrehscheibe werden.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

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