

## NextHyb2

Next Generation hybrider2 Modellierung für die Analyse und Optimierung integrierter, intelligenter Energiesysteme

|                                 |  |                        |               |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 6. Ausschreibung 2019 | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.02.2021   | <b>Projektende</b>     | 28.02.2022    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2021 - 2022  | <b>Projektlaufzeit</b> | 13 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | integrierter Energiesysteme, Modellierung, Machine Learning, Co-Simulation             |                        |               |

### Projektbeschreibung

Intelligente, integrierte Energiesysteme müssen ein hohes Maß an Flexibilität und Effizienz aufweisen, um einen zuverlässigen und nachhaltigen Betrieb zu ermöglichen. Neben dem massiven Ausbau regenerativer Energie wird dies dadurch erreicht, dass die klare Trennung zwischen verschiedenen Sektoren überwunden wird und die Konnektivität und die damit verbundene Datenverfügbarkeit, durch die Integration von Sensoren und edge/fog-computing, stark zunimmt. Dies führt dazu, dass intelligente, integrierte Energiesysteme in sogenannten Cyber-Physikalischen Energiesystemen übergehen. Die Cyber-Technologien (Sensoren, edge/fog-computing, IoT Netzwerke, etc.) sind in der Lage, die physischen Systeme zu überwachen, die Kommunikation zwischen verschiedenen Subsystemen zu ermöglichen, sowie diese zu regeln. Werkzeuge der Modellierung und Simulation sind von zentraler Bedeutung, um integrierte Energiesysteme optimal zu betreiben. Aufgrund der oben genannten Eigenschaften zukünftiger intelligenter Energiesysteme, sind die Anforderungen an die Modellierung und Simulation gestiegen. Projektergebnisse und Erkenntnisse in der Literatur haben gezeigt, dass im Bereich der Modellierung und Simulation die Zusammenführung dreier Paradigmen von zentraler Bedeutung ist: die Beschreibung der physikalischen Komponenten durch Differential-algebraischer Gleichungen, die Beschreibung diskreter Systeme durch Discrete-Event Modelle und das Lernen aus Daten mittels Machine Learning. Die Argumente für das „Warum“ im Bereich intelligenter, integrierter Energiesysteme wurden klar herausgearbeitet – das „Wie“ bleibt eine offene Forschungsfrage. Das Sondierungsprojekt NextHyb2 adressiert diese Forschungslücke, in dem das Konzept hybrider-hybrider Systemsimulationen für integrierte Energiesysteme erforscht wird. Methoden, Tools und systemische Lösungen werden gemeinsam mit Expertinnen erarbeitet und bewertet. Weiteres wird anhand eines Proof of Concepts die ausgearbeitete Lösung implementiert und getestet. Die Entwicklungen und Modelle werden Open Source verfügbar sein und alle Daten des Proof of Concepts werden als open Data zur Verfügung gestellt.

Es ist davon auszugehen, dass in den meisten zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich integrierter Energiesysteme, die Werkzeuge der Modellierung und Simulation integraler Bestandteil sein werden. Beispiele dafür sind der optimale Aufbau und Betrieb von Energy Communities oder Modelle zur Vorhersage und Diagnose im Bereich von Energienetzen. Die Projektergebnisse sollen dazu dienen, dass diese zukünftigen Projekte auf eine objektive und rational nachvollziehbare Bewertung von Möglichkeiten und fundamentalen Einschränkungen im Bereich hybrider-hybrider Systemsimulationen aufbauen können. Somit dient das Projekt als Vorbereitung von zukünftigen Forschungs- und

## **Abstract**

Future intelligent and integrated energy systems must have a high degree of flexibility and efficiency to ensure reliable and sustainable operation. Along with the rapid expansion of renewable energy, this degree of flexibility and efficiency can be achieved by overcoming the clear separation between different sectors and by increasing connectivity and the associated data availability through the integration of sensors and edge/fog computing. All of these developments drive the transition from towards so-called Cyber Physical Energy Systems. The cyber technologies (sensors, edge/fog computing, IoT networks, etc.) are able to monitor the physical systems, to enable communication between different subsystems and to control them.

Modelling and simulation tools are of central importance for the optimal operation of integrated energy systems. Due to the above-mentioned characteristics of future intelligent energy systems, the requirements for modelling and simulation have heightened. Project results and findings in the literature have shown that in the field of modelling and simulation, the combination of three paradigms is of major importance: the description of physical components by differential-algebraic equations, the description of discrete systems by discrete-event models and learning from data by means of machine-learning algorithms. The arguments for the "why" in the field of intelligent, integrated energy systems have been clearly established; however, the "how" remains an open research question. The exploratory project NextHyb2 addresses this research gap by exploring the concept of hybrid-hybrid system simulations for integrated energy systems. Methods, tools and systemic solutions will be developed and evaluated together with experts. Furthermore, the solution will be implemented and tested on the basis of a proof of concept.

It can be assumed that in most future research and development projects in the field of integrated energy systems, the tools of modelling and simulation will play an integral part. Their role will assist in optimising the setup and operation of energy communities or for building models for prediction and diagnosis in the field of energy networks. The project results should serve to ensure that these future projects can be based on an objective and rationally comprehensible evaluation of the possibilities and fundamental limitations in the field of hybrid-hybrid system simulations. Thus, the project serves as preparation for future research and development projects in the field of intelligent, integrated energy systems.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

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