

5DIndustrialTwin

5D Digital Twin für industrielle Energiesysteme

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 6. Ausschreibung 2019	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.02.2021	Projektende	31.05.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	40 Monate
Keywords	Ontologie, Prozessintegration Stahlindustrie, Informationsmodell, datengetriebene Optimierung, Predictive Maintenance		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation und Motivation:

Die fortschreitende Digitalisierung im Bereich industrieller Energiesysteme ermöglicht eine Vielzahl neuer Anwendungen zur Steigerung von Produktivität, sowie Energie- und Ressourceneffizienz. Das Konzept des „Digital Twins“ (DT) gewinnt zunehmend an Bedeutung und gilt als Schlüsseltechnologie, um über Services (wie Predictive Maintenance, Betriebs- und Designoptimierung) Nutzen, Zuverlässigkeit, Nachhaltigkeit und Produktivität eines Industriesystems zu erhöhen. Die Simulation als Kernfunktionalität eines Systems entlang des gesamten Lebenszyklus (Design, Betrieb und Wartung) soll dabei in einer 5-dimensionalen Modellierung eines DT (5D-DT) ideal ausgenutzt und vereinheitlicht werden. Aufgrund der rasanten Entwicklung digitaler Technologien und allgegenwärtigen Verfügbarkeit von Daten und Diensten wurde die Erweiterung der ursprünglich 3-dimensionalen Modellierung eines DT, basierend auf physischer Einheit (1), virtueller Einheit (2) und deren Verknüpfung (3), in der Literatur vorgeschlagen. Durch die Einführung eines Datenmodells (4) als zentrale Wissensbasis wird Datenfusion und Informationsaustausch umfangreicher erfasst. Die Auslagerung der Funktionen eines DT in ein Servicemodell (5) soll Nutzen und Benutzerfreundlichkeit verbessern. In Branchen wie der Automobilindustrie und Luftfahrt werden DT-Konzepte zwar bereits teilweise erfolgreich umgesetzt, doch gibt es im Bereich der Energiebereitstellung und -speicherung noch kaum übertragbare Lösungen oder Anwendungsfälle, obwohl hier ebenfalls ein enormes Potential für den DT existiert. Es fehlt an einer einfach zu implementierenden, einheitlichen und erprobten DT-Modellierung.

Ziele und Innovationsgehalt:

5DIndustrialTwin entwickelt erstmals einen erprobten 5D-DT für industrielle Anlagen und die dafür notwendigen innovativen Methoden. Der Anwendungsfokus liegt dabei vor allem auf wärmetechnischen Anlagen zur Energiebereitstellung und -speicherung. Dabei wird ein funktionsfähiger 5D-DT eines thermischen Energiesystems entwickelt, wobei ein Festbettregenerator (FBR) in Laborumgebung als physische Einheit zum Einsatz kommt, welche zur erstmaligen Erprobung des 5D-DT herangezogen wird. Als industrieller Use Case dient die Einbindung in einen Stahlerzeugungsprozess, sowie die Ausnutzung flexibler Energievermarktung über Fernwirktechnik. Zur Komponenten-Modellierung und Simulation werden sowohl physikalische als auch datengetriebene Modelle eingesetzt und im 5D-DT Ansatz fusioniert. Entscheidend für

funktionsfähige Kommunikation und Datenmanagement im 5D-DT ist ein umfangreiches Informationsmodell, für das eine geeignete Wissensrepräsentation entwickelt wird. Methoden zur ganzheitlichen Betriebsüberwachung, Fehlerprädiktion und Design- und Betriebsoptimierung unter Lebensdaueroptimierung sollen zur Darstellung der Wertschöpfung entwickelt und am Laboraufbau des 5D-DT validiert werden.

Ergebnisse und Wertschöpfung:

Für den Proof-of-Concept wird der DT in Laborumgebung instanziiert und experimentell erprobt. Die Ergebnisse aus 5DIndustrialTwin werden über einzelne Wertschöpfungs-Aspekte evaluiert und auf einen Use Case in der Stahlerzeugung skaliert. Der DT des Use Cases trägt dazu bei, das physische Modell selbst, sowie dessen Prozessumgebung zu analysieren und optimieren. Durch die ganzheitliche Betrachtung und den generischen 5D-Modellierungsansatz sollen alle Erkenntnisse dieses Projekts auf allgemeine industrielle Anwendungen übertragbar sein. Dieser erprobte 5D-Modellierungsansatz für DT schafft somit die Basis für die Implementierung im realen Prozess. So wird Energie- und Ressourceneffizienz vereinfacht und der Weg zum intelligenten Energiesystem der Zukunft geebnet.

Abstract

Initial situation and motivation:

The ongoing digitalization in the field of industrial energy systems enables a multitude of new applications to increase productivity as well as energy and resource efficiency. The concept of "Digital Twins" (DT) is becoming increasingly important and is considered a key technology for increasing the utility, reliability, sustainability and productivity of an industrial system via services (such as predictive maintenance, automatic fault detection and operational and design optimization). The simulation as a core functionality of a system along its entire life cycle (design, operation and maintenance) is to be ideally exploited and standardized, especially in a 5-dimensional modeling of a DT (5D-DT). Due to the rapid development of digital technologies and ubiquitous availability of data and services, the extension of the originally 3-dimensional modelling, based on physical unit (1), virtual unit (2) and their connection (3), has been proposed in scientific literature. By introducing a data model (4) as a central knowledge base, data fusion and information exchange is captured more comprehensively. The outsourcing of the functions of a DT into a service model (5) is intended to improve benefits and user-friendliness. In sectors such as the automotive industry and aviation, DT concepts are already being implemented successfully in some cases, but there are still hardly any transferable solutions or use cases in the field of energy supply and storage, although there is also enormous potential for DT here. There is a lack of an easy-to-implement, uniform and proven DT model.

Objectives and innovation level:

5DIndustrialTwin develops for the first time a tested 5D-DT for industrial applications and the necessary innovative methods. The application focus is primarily on thermal systems for energy supply and storage. A functional 5D-DT of a thermal energy system is being developed, whereby a fixed-bed generator (FBR) is used in a laboratory environment as a physical unit, which is used for the initial testing of the 5D-DT. The industrial use case is the integration into a steel production process as well as the exploitation of flexible energy marketing via telecontrol. For component modeling and simulation, both physical and data-driven models are used and merged in the 5D-DT approach. Crucial for functional communication and data management and thus the operation of 5D-DT is a comprehensive information model for which a suitable knowledge representation is developed. Methods for holistic operational monitoring, error prediction and design and operational

optimization under Remaining Useful Lifetime (RUL) prediction are to be developed for the representation of value chain and tested on the laboratory setup of the 5D-DT.

Results and added value:

For the proof of concept, the DT is instantiated in a laboratory environment and tested experimentally. The results from 5DIndustrialTwin will be evaluated over individual value-added aspects and scaled to a use case in steel production. The DT of the use case contributes to the analysis and optimization of the physical model itself and its process environment. The holistic approach and the generic 5D modelling approach should enable all findings of this project to be transferred to general industrial applications. This proven 5D modelling approach for DT thus creates the basis for implementation in the real process. This will simplify energy and resource efficiency and pave the way to the intelligent energy system of the future.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Energietechnik und Thermodynamik

Projektpartner

- evon GmbH
- Technische Universität Wien Institute of Computer Engineering
- voestalpine Stahl Donawitz GmbH