

DES-CERT

Scalable Digital Energy Systems: Evaluation and Testing towards Precertification

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2024 (KLIEN)	Status	laufend
Projektstart	01.01.2025	Projektende	31.12.2025
Zeitraum	2025 - 2025	Projektlaufzeit	12 Monate
Keywords	Validation process, Digital transformation, Infrastructure as Code, Resource orchestration, CI/CD		

Projektbeschreibung

DES-CERT geht auf die Herausforderungen ein, die durch die digitale Transformation von Energiesystemen entstehen. Mit zunehmender Komplexität der eingesetzten digitalen Lösungen sind neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, um sicherzustellen, dass diese die kritische Infrastruktur nicht negativ beeinflussen. Die bestehenden Werkzeuge zur Prüfung und Validierung solcher Systeme sind jedoch unzureichend, da sie weder skalierbar, allgemein einsetzbar und noch weit verbreitet sind.

DES-CERT zielt darauf ab, ein skalierbares und automatisiertes Validierungsframework für digitale Energielösungen zu entwerfen, das hochgradige Orchestrierung, moderne Simulationswerkzeuge für Energiesysteme und skalierbare Umgebungen nutzt. Das Projekt wird untersuchen, wie die aktuellen Validierungsansätze weiterentwickelt werden können, um eine systematische Prüfung komplexer Interaktionen zwischen digitalen Agenten, die physische Infrastrukturen steuern, zu ermöglichen. Es werden fortschrittliche Orchestrierungswerkzeuge, cloudbasierte Lösungen und Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD)-Methodologien bewerten, um Entwicklungs- und Validierungsprozesse zu optimieren.

Die Hauptziele des Projekts umfassen die Bewertung und Identifizierung von Best Practices und Werkzeugen, die Bereitstellung eines Proof-of-Concepts für skalierbare Validierungen sowie die Etablierung einer Methodologie zur Vorzertifizierung von digitalen Energielösungen. DES-CERT wird die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Effizienz von Energiesystemen verbessern und so zu nachhaltiger Bestrebung zur Energiewende beitragen sowie die technologische Führungsrolle Österreichs in der Digitalisierung von Energiesystemen unterstützen.

Durch die gezielte Adressierung des kritischen Bedarfs an detaillierter Validierung fortschrittlicher digitaler Lösungen zielt DES-CERT darauf ab, die Lücke zwischen aktuellen, nicht skalierbaren Methoden und kostspieligen Feldtests zu schließen und somit die Zuverlässigkeit und Resilienz digitaler Energiesysteme im Einklang mit den europäischen Initiativen zur Digitalisierung des Energiesektors zu erhöhen.

Abstract

DES-CERT addresses the challenges posed by the digital transformation of energy systems. As the complexity of deployed digital solutions increases, new methods and tools are necessary to ensure they do not negatively impact critical

infrastructure. However, existing tools for testing and validating such systems are inadequate, lacking scalability, generality, and widespread availability.

DES-CERT aims to design a scalable and automated validation framework for digital energy solutions, leveraging high-level orchestration, state-of-the-art power systems simulation tools, and scalable computing environments. This project will investigate how the current validation approaches can be advanced to enable systematic testing of complex interactions among digital agents controlling physical infrastructure. The project will evaluate advanced orchestration tools, cloud-based solutions, and continuous integration/continuous deployment (CI/CD) methodologies to streamline development and validation processes.

The project's primary goals include evaluating and identifying best practices and tools, providing a proof of concept for scalable validation, and establishing a pathway towards pre-certification of digital energy solutions. DES-CERT will enhance the reliability, security, and efficiency of energy systems, contributing to sustainable energy transition efforts and supporting Austria's technological leadership in energy system digitalization.

By addressing the critical need for thorough validation of advanced digital solutions, DES-CERT aims to bridge the gap between current non-scalable methods and expensive field tests, thereby enhancing the reliability and resilience of digital energy systems in line with European energy digitalization initiatives.

Endberichtkurzfassung

Das Projekt lieferte einen Prototyp eines skalierbaren und automatisierten Frameworks zur Validierung digitaler Energielösungen und adressiert damit eine zentrale Lücke in der aktuellen Praxis, in der integrierte und reproduzierbare cyber-physische Validierungs-Workflows fehlen. Das vorgeschlagene Framework für Automatisiertes Cyber-Physisches Testen und Validieren (ACTV) ermöglicht eine systematische Validierung über verschiedene Stromnetzgrößen, Kommunikationsinfrastrukturen und Softwarebereitstellungen hinweg.

Ein zentrales Ergebnis ist die Entwicklung des Cyber-Physical Model (CPM), das eine einheitliche, maschinenlesbare Repräsentation des physischen Stromnetzes, der Kommunikationsschicht und der Anwendungsschicht bereitstellt. Dieser einheitliche Modellierungsansatz gewährleistet Konsistenz über alle Komponenten hinweg, reduziert den Konfigurationsaufwand und ermöglicht reproduzierbare Experimente. Die geschichtete Struktur erlaubt zudem eine unabhängige Modellierung einzelner Systemaspekte bei gleichzeitiger Wahrung ihrer Wechselwirkungen.

Die Implementierung zeigt, dass cloud-native Technologien die cyber-physische Validierung effektiv unterstützen können. Durch den Einsatz von Containerisierung und Kubernetes-Orchestrierung ermöglicht das Framework eine skalierbare, parallele Ausführung von Experimenten mit kontrollierter Ressourcenallokation. Unterstützende Komponenten wie Redis und Argo Workflows erleichtern den effizienten Datenaustausch und die strukturierte Durchführung von Experimenten. Das Framework unterstützt zudem die Validierung von Black-Box-Anwendungen und ist somit auch für proprietäre und Drittanbieterlösungen geeignet.

Die Skalierbarkeit wurde erfolgreich anhand von Anwendungsfällen mit Netzen unterschiedlicher Größe demonstriert. Der Übergang von Niederspannungs- zu Mittelspannungsanalysen erforderte lediglich Anpassungen im Eingabemodell, während der Validierungs-Workflow und der Bereitstellungsprozess unverändert blieben. Das System zeigte ein konsistentes Verhalten, ohne auf zentrale Engpässe zu stoßen und bestätigte damit seine Eignung für großskalige Experimente.

Insgesamt schafft das Projekt eine robuste technische Grundlage für automatisierte, reproduzierbare und skalierbare Validierungs-Workflows in digitalen Energiesystemen. Es reduziert den Benutzeraufwand, senkt das Risiko von Konfigurationsfehlern und macht moderne Validierungsansätze für eine breitere Nutzergruppe zugänglich. Diese Ergebnisse bilden eine solide Basis für zukünftige Entwicklungen in der Validierung und Präzertifizierung digitaler Energielösungen.

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH