

Energieforschungsprogramm

publizierbare Kurzfassung zur Präsentation des Projektes auf den Webseiten
der Vertragspartner

Titel des Projekts	DES-CERT, Scalable Digital Energy Systems: Evaluation and Testing towards Precertification
Synopsis	Das Projekt DES-CERT bewertet Ansätze für ein skalierbares und automatisiertes Framework für die Validierung komplexer digitaler Energiesysteme am Beispiel des Stromnetzes. Durch den Einsatz fortschrittlicher Orchestrierungswerkzeuge, cloudbasierter Lösungen und Continuous Integration/Deployment Methoden implementierte das Projekt erfolgreich Methoden für systematischer Tests, zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und untersuchte Wege zur Precertification. Die Methoden tragen zur sicheren und effizienten Digitalisierung von Energiesystemen bei und unterstützt somit deren nachhaltige Transformation.
Kurzfassung / Abstract	DES-CERT befasste sich mit den Herausforderungen der digitalen Transformation von Energiesystemen. Mit zunehmender Komplexität der eingesetzten digitalen Lösungen werden neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, um sicherzustellen, dass diese kritische Infrastruktur nicht negativ beeinflussen. Bestehende Werkzeuge zur Prüfung und Validierung solcher Systeme sind jedoch unzureichend, da es ihnen an Skalierbarkeit, Allgemeingültigkeit und breiter Verfügbarkeit fehlt. DES-CERT hatte zum Ziel, ein skalierbares und automatisiertes Validierungsframework für digitale Energielösungen zu entwickeln, unter Nutzung von High-Level-Orchestrierung, modernen Simulationswerkzeugen für Energiesysteme sowie skalierbaren Rechenumgebungen. Das Projekt untersuchte, wie Validierungsansätze weiterentwickelt werden können, um systematische Tests der komplexen Wechselwirkungen zwischen digitalen Agenten und der physischen Stromnetzinfrastrukturen zu ermöglichen. Dabei wurden fortschrittliche Orchestrierungswerkzeuge, cloudbasierte Lösungen sowie Continuous-Integration-/Continuous-Deployment-(CI/CD)-Methoden evaluiert, um Entwicklungs- und Validierungsprozesse zu optimieren. Das Projekt lieferte einen Prototyp eines skalierbaren und automatisierten Frameworks zur Validierung digitaler Energielösungen und schloss damit eine zentrale Lücke in der bisherigen Praxis, in der integrierte und reproduzierbare cyber-physische Validierungs-Workflows fehlten. Das vorgeschlagene Automated Cyber-Physical Testing and Validation (ACTV)-Framework ermöglichte eine systematische Validierung über unterschiedliche Netzgrößen, Kommunikationsinfrastrukturen und Softwarebereitstellungen hinweg.

	Ein zentrales Ergebnis war die Entwicklung des Cyber-Physical Model (CPM), das eine einheitliche, maschinenlesbare Darstellung des physischen Netzes, der Kommunikationsebene und der Anwendungsebene bereitstellt. Dieser Ansatz gewährleistet Konsistenz über alle Komponenten hinweg, reduziert den Konfigurationsaufwand und ermöglicht reproduzierbare Experimente. Die geschichtete Struktur erlaubt eine unabhängige Modellierung einzelner Systemaspekte bei gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Wechselwirkungen. Die Implementierung zeigte, dass cloud-native Technologien die cyber-physische Validierung effektiv unterstützen können. Durch den Einsatz von Containerisierung und Kubernetes-Orchestrierung ermöglichte das Framework eine skalierbare, parallele Ausführung von Experimenten bei kontrollierter Ressourcenzuweisung. Unterstützende Komponenten wie Redis und Argo Workflows ermöglichten einen effizienten Datenaustausch und eine strukturierte Durchführung von Experimenten. Zudem unterstützte das Framework die Validierung von Black-Box-Anwendungen und ist somit auch auf proprietäre und Drittanbieterlösungen anwendbar. Die Skalierbarkeit wurde anhand von Anwendungsfällen mit Stromnetzen unterschiedlicher Größe demonstriert. Der Übergang von elektrischen Niederspannungs- zu Mittelspannungsnetzen erforderte lediglich Anpassungen im Eingabemodell, während der Validierungs-Workflow und der Bereitstellungsprozess unverändert blieben. Das System zeigte ein konsistentes Verhalten ohne zentrale Engpässe und bestätigte damit seine Eignung für großskalige Experimente. DES-CERT legte eine robuste technische Basis für automatisierte, reproduzierbare und skalierbare Validierungs-Workflows in digitalen Energiesystemen. Es reduzierte den Benutzeraufwand, verringerte das Risiko von Konfigurationsfehlern und machte fortschrittliche Validierungsansätze zugänglicher. Dadurch werden Zuverlässigkeit, Sicherheit und Effizienz von Energiesystemen verbessert und gleichzeitig die nachhaltige Energiewende sowie die technologische Führungsrolle Österreichs in der Digitalisierung von Energiesystemen unterstützt.
Projektleiter	<i>Denis Vettoretti</i>
Institut / Unternehmen	<i>AIT Austrian Institute of Technology GmbH</i>
Kontaktadresse	<i>Address: Giefinggasse 4, 1210 Wien; e-mail: denis.vettoretti@ait.ac.at; phone: +43 664 2351877; company webpage: www.ait.ac.at;</i>

Energieforschungsprogramm - X. Ausschreibung

Auflistung der weiteren Projekt- bzw. Kooperationspartner	
--	--

Project Title	DES-CERT, Scalable Digital Energy Systems: Evaluation and Testing towards Precertification
Synopsis	<i>DES-CERT addressed the challenges of validating complex digital energy systems (with the example of the electricity system) by evaluating approaches for a scalable and automated framework. Leveraging advanced orchestration tools, cloud-based solutions, and CI/CD methodologies, the project successfully implemented methodologies to enable systematic testing, enhance reliability, and explored pathways for precertification. This contributes to the secure and efficient digitalization of energy systems, supporting sustainable energy transitions.</i>
Summary / Abstract	DES-CERT addressed the challenges posed by the digital transformation of energy systems, with the primary focus and application on the electricity grid. As the complexity of deployed digital solutions increases, new methods and tools are required 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. The goal of DES-CERT was to develop 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. The project investigated how validation approaches could be advanced to enable systematic testing of complex interactions among digital agents controlling physical infrastructure. It evaluated advanced orchestration tools, cloud-based solutions, and continuous integration/continuous deployment (CI/CD) methodologies to streamline development and validation processes. The project delivered a prototype of a scalable and automated framework for the validation of digital energy solutions, addressing a key gap in current practice where integrated and reproducible cyber-physical validation workflows had been lacking. The proposed Automated Cyber-Physical Testing and Validation (ACTV) framework enabled systematic validation across different grid sizes, communication infrastructures, and software deployments. A central outcome was the development of the Cyber-Physical Model (CPM), which provides a unified, machine-readable representation of the physical grid, communication layer, and application layer. This approach ensured consistency across all components, reduced configuration effort, and enabled reproducible experiments. Its layered structure allowed

	independent modeling of system aspects while preserving their interdependencies. The implementation demonstrated that cloud-native technologies could effectively support cyber-physical validation. By leveraging containerization and Kubernetes orchestration, the framework enabled scalable, parallel execution of experiments with controlled resource allocation. Supporting components such as Redis and Argo Workflows facilitated efficient data exchange and structured experiment execution. The framework also supported validation of black-box applications, making it applicable to proprietary and third-party solutions. Scalability was demonstrated through use cases involving power grids of different sizes. Transitioning from low-voltage to medium-voltage systems required only changes to the input model, while the validation workflow and deployment process remained unchanged. The system maintained consistent behavior without introducing central bottlenecks, confirming its suitability for large-scale experiments. DES-CERT established a robust technical foundation for automated, reproducible, and scalable validation workflows in digital energy systems. It reduced user effort, minimized the risk of configuration errors, and made advanced validation approaches more accessible. In doing so, it enhances the reliability, security, and efficiency of energy systems and supporting sustainable energy transition and Austria's technological leadership in digitalization of energy systems.
Projekt manager	<i>Denis Vettoretti</i>
Institute / Company	<i>AIT Austrian Institute of Technology GmbH</i>
Contact address	<i>Address: Giefinggasse 4, 1210 Wien; e-mail: denis.vettoretti@ait.ac.at; phone: +43 664 2351877; company webpage: www.ait.ac.at;</i>
Partners of the consortium	Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.