

## ENDLESS

Enabling Dependable Embedded Systems (ENDLESS)

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Kooperationsstrukturen, Kooperationsstrukturen, FH - Forschung für die Wirtschaft (COIN-Aufbau) Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2023	<b>Projektende</b>	30.04.2027
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	Dependable embedded systems; Continuous integration and DevOps pipeline for embedded systems; Automated testing at the border between software, hardware, and mechanics; Data mining and machine learning for automated testing; Hardware and software secu		

### Projektbeschreibung

Eingebettete Systeme sind das Gehirn elektronikbasierter Systeme (EBS) wie Fahrzeuge, Flugzeuge und Produktionsmaschinen. Da sie Schlüsselfunktionalitäten für alle modernen Geräte und Anwendungen bereitstellen, ist das verlässliche Erfüllen der dem System zugewiesenen Funktionen von zentraler Bedeutung. Die Entwicklung eingebetteter Systeme ist hochkomplex, da sie aus Hardware und Software bestehen, die zuverlässig untereinander interagieren müssen. Entwicklung und Testung von EBS ist somit teuer und störanfällig.

Das Projekt Enabling Dependable Embedded Systems (ENDLESS) adressiert das Problem, indem Continuous Delivery (CD) Pipelines für eingebettete Systeme erweitert werden. In der Softwareentwicklung definiert die CD-Pipeline eine Reihe von Schritten, die jede Codeänderung durchlaufen muss. Es orchestriert automatisierte Builds und Tests in einem einzigen Release-Workflow. In ENDLESS nutzen wir die CD-Pipeline, um die Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme zu erhöhen, indem wir Software-, Elektronik- und Systementwicklungskonzepte zusammenführen. Dieser Ansatz ermöglicht rigorose Datenanalysen mithilfe von Data Mining und automatisierten Tests basierend auf maschinellem Lernen. So können wir etwa erste Rückschlüsse auf Risikofaktoren ziehen und modellbasierte Vorhersagen für ähnliche Produkte nutzen, um automatisierte Testverfahren zu optimieren. Letztendlich ermöglicht die Automatisierung der Testverfahren ermöglicht agile Entwicklungsmethoden.

Wir wählen einen modularen Ansatz mit klar definierten Arbeitspaketen entlang der gesamten Produktentwicklung und -produktion. Konkret analysieren, optimieren und entwickeln wir Tools für (1) statische Analysen für Code, Konfigurationen und Hardwaredesign, (2) dynamische Tests an der Grenze zwischen Software und Hardware mit konfigurierbaren Hardware-Doubles, (3) Data Mining und maschinelles Lernen zur Früherkennung von Risiken und modellbasierte Vorhersagen für automatisierte Tests und (4) automatisierte nichtfunktionale Tests für elektromagnetische Verträglichkeit und Sicherheit. Die Modularität von ENDLESS ermöglicht maßgeschneiderte Lösungen für Industriepartner, speziell für KMUs.

Hausinterne Fallstudien belegen die Machbarkeit des Konzepts: (a) Luftfahrt: Richtlinienkonforme Entwicklung eines Avionik Moduls für einen Multikopter: simulationsbasierte Softwareentwicklung, automatisiertes Testen und Reporting. (b) Automotive: Entwicklung eines normgerechten Steer-by-Wire-Systems inklusive automatisch geprüfter sicherheitsrelevanter

Anforderungen an das mechatronische System und die Software. (c) Angewandte Produktionswissenschaften:

Energieoptimierung in einem Produktionsaufbau zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes basierend auf einer schrittweisen Transformation von Systemsimulationen zu Implementierungen.

Auftragsprojekte operationalisieren den Wissenstransfer in die Industrie und der Einsatz eines Industriebeirats sichert eine Projektfokussierung mit hoher Branchenrelevanz.

## **Abstract**

Embedded systems are the brain of electronic-based systems (EBS) such as vehicles, planes, and production machines. Since EBS provide key functionalities for all modern devices and appliances, their dependability – i.e., reliability, availability, maintainability, safety, and security - is essential. Developing dependable embedded systems is an inherently complex task since these systems consist of very different hardware and software components. Therefore, the development and testing of dependable EBS are highly complex, expensive, and prone to failure.

The project Enabling Dependable Embedded Systems (ENDLESS) tackles these problems by tailoring the concept of the Continuous Delivery pipeline for embedded systems. In software development, the CD pipeline defines a series of steps any code change must go through. It orchestrates automated builds, tests, and deployments into a single release workflow. In ENDLESS, we exploit the CD pipeline to increase the dependability of embedded systems by merging software, electronic, and system engineering concepts. This approach allows for rigorous data analysis using data mining and automated tests for reliability, safety, and security based on machine learning. We can, for example, draw first conclusions about possible risk factors and use model-based predictions for similar products to optimize automated test procedures. Eventually, automated testing enables agile development methods.

We choose a highly modular approach working on well-defined work packages across the entire development and operation line. Specifically, we will analyze, optimize, and develop tools for (1) static analysis for code, configurations, and hardware design, (2) dynamic and production tests at the border between software and hardware using configurable hardware doubles, (3) data mining and machine learning for early risk detection and model-based predictions for automated testing, (4) automated non-functional tests for electromagnetic compatibility and security. The modularity of ENDLESS enables tailored solutions for industry partners, specifically for small and medium-sized enterprises.

In-house case studies prove the feasibility of the concept:

(a) Aviation: Guidelines compliant development of an avionics module for a multi-copter: simulation-based software development, automated testing and reporting. (b) Automotive: Development of a steer-by-wire system compliant with current standards, including automatically tested safety-relevant requirements for the mechatronic system and software. (c) Applied Production Science: Energy monitoring and optimization in a production setup to reduce CO<sub>2</sub> output based on a step-by-step transformation from systems simulations to implementations.

Contracted projects operationalize knowledge transfer to the industry. Using an advisory board from the beginning ensures a focus of high relevance to the industry.

## **Projektpartner**

- FH JOANNEUM Gesellschaft mbH