

## ARCHIMEDES

Trusted lifetime in operation for a circular economy

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Digitale Technologien, Digitale Technologien, Digitale und sektorale Wertschöpfungsketten (transnational) Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2023	<b>Projektende</b>	30.04.2026
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2026	<b>Projektaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Energy Transition, De-Carbonization, Digitalization, Standardization, Trusted Lifetime, Electrification		

### Projektbeschreibung

Klimawandel, CO2-Fußabdruck, Energiewende, Sicherheit und Souveränität sind Schlüsselthemen, mit denen sich die Bevölkerung heute sehr gut identifizieren kann. Angesichts der kritischen Herausforderungen, vor denen wir stehen, müssen sich Forschung und Entwicklung in unserem ECS-Bereich mehr denn je mit ihnen befassen.

Insbesondere die Energiewende muss beschleunigt werden, um unabhängiger von Gas- und Ölenergie zu werden, von der man bis vor kurzem annahm, sie sei zu geringen Kosten und unbegrenzt verfügbar. Es hat sich gezeigt, dass diese Annahme auf sehr schwachen Füßen stand und nun zu Ende gehen scheint. Eine Lösung zur Beschleunigung der Energiewende besteht darin, die gesamte zur Verfügung stehende Energie zu nutzen. Dies bedeutet, dass die in Wind- oder Solarparks erzeugte Überschussenergie in Zeiten verfügbar sein muss, in denen die herkömmliche Energieerzeugung nicht ausreicht. Dies erfordert erhebliche Investitionen in die Infrastruktur, die nur fließen werden, wenn die Investoren Vertrauen in die Technologien haben, welche diese Lösungen ermöglichen. Je schneller das Vertrauen aufgebaut wird, desto schneller kann der Übergang realisiert werden.

Auf der anderen Seite müssen Technologien und Produkte entwickelt werden, die eine wirtschaftliche Nutzung von Ressourcen gewährleisten und eine lange und zuverlässige Lebensdauer von Systemen und Komponenten ermöglichen. ARCHIMEDES möchte hierzu einen Beitrag in der Automobil- und Luftfahrtbranche leisten. In ARCHIMEDES werden Komponenten, Modelle und Methoden zur Steigerung der Effizienz und Lebensdauer von Antriebskomponenten in der Automobil- und Luftfahrtindustrie entwickelt. Das ist eine Unterstützung der Energiewende auf der Verbraucherseite. Ein Ansatz dazu ist die Fehlererkennung in elektrischen Antriebskomponenten während des Betriebes. Verschiedene Hersteller streben danach, die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu erhöhen und gleichzeitig die Wartungskosten zu senken. ARCHIMEDES wird daher darauf abzielen, Einblicke in die Eigenschaften von Sensorsignalen zu gewinnen, die auf weitere Ausfälle hinweisen. Im Vergleich zum aktuellen Ansatz, zielt die vorausschauende Wartung mit maschinellem Lernen darauf ab, die Ressourcennutzung zu optimieren und Ausfälle vorherzusagen, bevor sie auftreten. Unter Verwendung der Daten neuartiger Sensorlösungen, wie z. B. des in eine e-Drive-Komponente integrierten Quantensensors, soll durch Sensorfusion der Daten und Methoden des maschinellen Lernens eine Vorhersage über den Zustand der Komponente getroffen werden. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht die vorausschauende Instandhaltung, die darauf abzielt, die

Zielkomponente ständig zu überwachen, einen Ausfall frühzeitig zu erkennen und so die Vermeidung von Ausfällen der Zielkomponente zu erleichtern.

Ein weiterer Ansatz zur Senkung des Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauchs bei gleichzeitiger Verlängerung der Lebensdauer von Antriebsstrangkomponenten ist die Optimierung der ADAS/AD-Funktionalität von Fahrzeugen. In ARCHIMEDES werden wir die Kopplung von Verkehrs- und Fahrzeugsimulationen verfolgen, um den primären Zweck der ADAS/AD-Funktionalität in einer Plattform zu erweitern, indem wir die Verbesserung der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit mit hoher Effizienz und verlängerter Lebensdauer der Fahrzeugkomponenten (z.B. Batterie, e-Drive-Komponenten, etc.) kombinieren. Gleichzeitig werden in ARCHIMEDES Simulationen zum E-Antrieb hinsichtlich Effizienz, Verlusten und elektromagnetischen Kräften mit dem entwickelten E-Motor, Wechselrichter, Modulation und Steuerung durchgeführt.

Auf der Grundlage eines hochmodernen Batterieaufbaus, der sich als sichere physikalische Architektur bewährt hat, wird ARCHIMEDES eine verlängerte Lebensdauer mit besserer Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Formfaktor durch die Entwicklung eines neuen BMS demonstrieren, das auf neuartigen Sensoren (EIS, TMR), Halbleitern der nächsten Generation (SiC) und hochentwickelten Algorithmen beruht, die Alterungseffekte erwarten und berücksichtigen. ARCHIMEDES wird auch ein deutlich verbessertes Ladeverfahren entwickeln, welches ein zentrales Ladegerät überflüssig macht. Mit diesen Ergebnissen wird ARCHIMEDES auch den Stand der Technik bei den Test- und Validierungsprotokollen verbessern, die für eine verlängerte Lebensdauer erforderlich sind, und zur Zertifizierung und Normung beitragen.

Die aktuellen geopolitischen Herausforderungen führen nicht nur zu einer Verschiebung in der europäischen Wirtschaft, sondern schärfen auch das Bewusstsein für die zivile und gesellschaftliche Sicherheit. Daher ist ARCHIMEDES bestrebt, robuste Wahrnehmungssysteme zu entwickeln, die für mobile Systemanwendungen in sicherheitskritischen Bereichen wie Search&Rescue (SAR) geeignet sind. Im Rahmen von Archimedes wurde SAR als Anwendungsbereich ausgewählt, um einige potenzielle Anwendungsfälle unter Verwendung einer Roboterhundeplattform zu demonstrieren. Der Einsatz von Roboterplattformen für die Notfallhilfe ist ein aufstrebender Bereich, der robuste und hochzuverlässige Komponenten erfordert, die unter nicht idealen Betriebsbedingungen wie in Tunneln, bei eingeschränkter Sicht, hohen Temperaturen und in Gegenwart gefährlicher Gase arbeiten können. Solche Bedingungen können nicht nur für Menschenleben, sondern auch für elektromechanische Komponenten, die normalerweise für ideale Betriebsbedingungen ausgelegt sind, schädlich sein. Die Roboterplattform wird die Demonstration robuster MEMS-Sensoren und -Komponenten mit der Fähigkeit zur Selbstdiagnose und Fehlervorhersage ermöglichen. Sie wird auch die Untersuchung der Auswirkungen von Ausfällen auf die Pipelines der Wahrnehmungsalgorithmen ermöglichen, die zur Bewertung des tolerierbaren Ausmaßes von Ausfällen einzelner Komponenten zur Erfüllung bestimmter Aufgaben verwendet werden können. Aufgrund der idealen Bedingungen am Standort "Zentrum am Berg", können dort in Zusammenarbeit mit der Forschungs- und Entwicklungsgruppe NIKE sowie dem Amt für Rüstung und Wehrtechnik im Bundesministerium für Landesverteidigung (BMLV) Notfallszenarien mit Zivilisten in geeigneter Weise simuliert und die Funktionsfähigkeit der mobilen SAR-Plattformen demonstriert werden. Entwicklungen aus diesem Bereich können in andere Bereiche übertragen werden. So leisten wir einen effektiven und effizienten Beitrag zu gesamtstaatlicher Resilienz, Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Ressourceneinsparung.

Um diese Mission zu unterstützen, zielt ARCHIMEDES darauf ab, die Technologien und Produkte in den Bereichen Automobil, Luftfahrt, Infrastruktur und dem damit verbundenen Ökosystem in Richtung einer widerstandsfähigen, de-karbonisierten, digitalisierten und grünen EU zu verändern: Es wird dazu beitragen, Vertrauen in die neuen Technologien zu schaffen und damit die Energiewende, die Sicherheit und die Gefahrenabwehr zu beschleunigen.

## Abstract

Climate change, CO<sub>2</sub> footprint, energy transition, safety & security as well as sovereignty are key issues that the common

population can very well relate to today. As we face critical challenges, research and development in our ECS domain needs to address them more than ever.

In particular the energy transition needs to be accelerated in order to become more independent from gas and oil energy, which was considered being available at low costs and without limits until recently. This assumption has been proven to be based on very fragile grounds and it has come to an end. One solution to accelerate the energy transition is to use all generated energy. This means that overflow energy produced in wind or solar parks needs to be available in periods when common energy generation is lacking. This requires important investments into infrastructure, which will only flow, if investors trust into the technologies enabling solutions. The faster the trust is built, the faster the transition can be realized. On the other hand, technologies and products that will ensure an economic use of resources and enable long and trusted lifetime of systems and components have to be developed. ARCHIMEDES contributes to this in the domains of automotive and aviation. In ARCHIMEDES, components, models and methodologies to increase the efficiency and lifetime of the propulsion components in automotive and aviation will be developed. This will support the energy transition on the consumer's side.

One approach is the fault detection in electric drive components during operation. Different manufacturers strive towards increasing safety, reliability and durability, while reducing maintenance costs. ARCHIMEDES will aim to gain insight into sensor signal characteristics which indicate further breakdowns. Compared to current practice, predictive maintenance with machine learning seeks to optimize resource usage and predict failures before they occur. Using the data from novel sensor solutions, such as the quantum sensor integrated into an e-Drive component, a prediction shall be made about the state of the component using sensor fusion of the data and machine learning methods. This approach focuses on predictive maintenance, which aims to constantly monitor the target component, to detect a failure at the beginning and thus facilitate prevention of the failures of the target component.

Another approach to decrease energy and CO<sub>2</sub> consumption and at the same time increase the lifetime of powertrain components by optimizing the ADAS/AD functionality of platforms. In ARCHIMEDES we will pursue the coupling of traffic and vehicle simulations to extend the primary purpose of ADAS/AD functionality in a vehicle by combining the improvement of car and traffic safety with high efficiency and prolonged lifetime of vehicle components (e.g., battery, e-Drive components, etc.). At the same time simulations on the e-Drive regarding efficiency, losses and electromagnetic forces with the developed e-motor, inverter, modulation and control will be performed in ARCHIMEDES.

Based on a state-of-the-art battery setup, which is a proven-safe physical architecture, ARCHIMEDES will demonstrate extended lifetime with improved reliability, accuracy, and form-factor through the development of a new BMS relying on novel sensors (EIS, TMR), next-gen semiconductors (SiC) and sophisticated algorithms expecting and considering aging effects. ARCHIMEDES will also develop a much-improved charging approach that will get rid of the need to carry a centralized charger. In delivering these results, ARCHIMEDES will also improve the state of art of test and validation protocols needed for enabling extended lifetimes and will contribute to certification and standardization.

The current geopolitical challenges do not only cause a shift in the European economy, but also raise higher awareness regarding civil and societal safety and security. Thus, ARCHIMEDES strives to develop robust perception systems that will fit mobile system applications in safety critical domains such as Search&Rescue (SAR). In Archimedes, SAR is chosen as an application area to demonstrate some potential use cases utilizing a robotic dog platform. Use of robotic platforms for emergency response is an emerging / technology, which require robust and high-reliable components that can work under non-ideal operating conditions such as in tunnels, as well as under compromised visibility, high temperatures and in the presence of hazardous gasses. Such conditions can be detrimental not only for human life, but also for electromechanical components that are normally designed for ideal operation conditions. The robotic platform will enable the demonstration of

robust MEMS sensors and components with the capacity of self-diagnostics and failure prediction. It will also enable investigation of the effects of failure on the perception algorithm pipelines, which can be used to evaluate the tolerable levels of failures in individual components to perform certain tasks. Due to the ideal conditions prevailing at the "Zentrum am Berg" location, emergency scenarios involving civilians can be suitably simulated there in collaboration with the NIKE Research and Development Group and the Armaments and Defence Technology Agency of the Federal Ministry of Defence and the functionality of the mobile SAR platforms can be demonstrated. Learnings in this area can be transferred to other areas as well. In this way, we contribute essentially to the overall resilience, sustainability, climate protection, and resource savings.

In order to support this mission, ARCHIMEDES aims to change technologies and products in the automotive, aviation, infrastructure domains and the related ecosystem towards a resilient, de-carbonized, digitalized, and green EU: It will help building trust in the new technologies and thus contribute to accelerating the energy transition, safety and security.

## **Projektpartner**

- Virtual Vehicle Research GmbH