

## COGNITUS

Generic Building Blocks for Explainable Deep Learning Based Outage Predictions

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IKT der Zukunft, IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - 7. Ausschreibung (2018)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2019	<b>Projektende</b>	30.09.2022
<b>Zeitraum</b>	2019 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Outage Prediction, Deep Learning, Explainable AI, Industry 4.0		

### Projektbeschreibung

Aktuelle Entwicklungen im Bereich Deep Learning und deren erfolgreiche praktische Anwendung in unterschiedlichen Anwendungen (z.B.: Bildklassifikation) suggerieren, dass diese Methoden auch zur Prognose von Maschinenausfällen herangezogen werden können. In den Bereichen Produktion und Logistik, welche die Anwendungsfelder von COGNITUS darstellen, wird der Bedarf an neuen, effektiveren Lernansätzen ganz klar durch die Tatsache motiviert, dass Wartungskosten zwischen 15% und 40% der Gesamtkosten darstellen. Drei Aspekte behindern derzeit jedoch den Einsatz von Deep Learning in diesen Bereichen: Modelle sind nicht erklärbar; es ist unklar wie algorithmische Prognosen in Wartungsprozesse und Entscheidungen einfließen sollen; und es fehlen Pilotstudien basierend auf realweltlichen Datensätzen.

Das Ziel von COGNITUS besteht deshalb darin, eine Deep Learning Pipeline bestehend aus generischen algorithmischen Bausteinen zur Verfügung zu stellen, die zur Prognose von Maschinenausfällen auf Basis von Sensor Datenströmen herangezogen werden können. Diese Bausteine sollen dann in zwei unterschiedlichen realweltlichen Anwendungsfällen eingesetzt werden und Ausfälle von Schmuck-Produktionsmaschinen im Bereich Produktion (Swarovski) bzw. Lagertechniksystemen im Bereich Logistik (SPAR) prognostizieren. Orthogonal dazu werden in COGNITUS neue datengetriebene Wartungsprozesse und -strategien entwickelt die Entscheidungen auf Basis algorithmischer Prognosen unterstützen.

Die zu erwartenden Projektergebnisse sind: (i) daten-getriebene Wartungs- und Entscheidungsunterstützungsmodelle die algorithmische Prognosen unterstützen, (ii) Komponenten zur Analyse und Visualisierung von Datenströmen, (iii) Softwarebibliotheken zum Training, zur Evaluierung und zur Erklärung von Deep Learning basierten Ausfallsprognosemodellen, sowie (iv) zwei Pilot-Demonstratoren in den Bereichen Produktion und Logistik, die eine Beurteilung und Quantifizierung des Nutzens auf operativer und geschäftlicher Ebene ermöglichen.

Innovation in COGNITUS ergibt sich durch die Interdisziplinarität, die eine Kombination von Expertise aus den Bereichen Data Science (AIT, LineMetrics) und Instandhaltungsplanung (FhA) ermöglicht. Daraus werden neue, integrierte Data Science und Instandhaltungsplanungsmethoden hervorgehen, die offene wissenschaftliche und technische Fragestellungen adressieren, wie z.B.: die Verwendung von Deep Learning Modellen in Streaming Plattformen, oder neue Sondierungsmethoden zur Erforschung der inneren Strukturen von trainierten Deep Learning Ansätzen. COGNITUS wird

außerdem neue prototypische Dashboards entwickeln, die zeigen sollen wie algorithmische Prognosen den Benutzern kommuniziert werden können und dabei versuchen, existierende Wartungssoftware-lösungen hinsichtlich User-Experience zu übertreffen.

Experten und Entscheidungsträger aus dem Bereich Wartung stellen die Benutzer-Zielgruppe des Projekts dar. Sie werden von automatisierten Prognosen profitieren und wissen wie diese Prognosen in Wartungsprozesse und -entscheidungen einfließen sollen. Dies kann ungeplante Ausfälle reduzieren und die Effektivität von Maschinen und Anlagen in beiden Anwendungsfällen um bis zu 25% erhöhen.

## **Abstract**

Recent achievements in Deep Learning and its successful practical adoption in a variety of applications (e.g., image classification) suggest that it can also be applied for predicting equipment outages. In production and logistics, which are the application fields of COGNITUS, the need for novel, more effective learning techniques is clearly motivated by the fact that maintenance costs account for between 15% and 40% of total cost. However, three key issues currently prevent Deep Learning techniques from being deployed in real world settings: they lack explainability, it is unclear how to consider algorithmic predictions in maintenance processes and decisions, and pilot studies based on real-world industry datasets are still scarce.

Therefore, the goal of COGNITUS is to provide a Deep Learning pipeline equipped with a set of generic algorithmic building blocks for predicting outages of machineries based on sensor data streams. It will implement those building blocks for two distinct real-world use cases and predict outages of jewelry production equipment (Swarovski), and warehousing equipment in logistics (SPAR). Orthogonally, COGNITUS will investigate, develop and validate novel data-driven maintenance strategies, which support decision making based on algorithmic predictions.

The expected results of COGNITUS are: (i) data-driven maintenance and decision support models considering algorithmic predictions in decision making, (ii) data analytics and visualization algorithms operating on-top of data streams, (iii) software libraries supporting training and evaluation of Deep Learning based outage prediction models and providing explainability of model behaviors and predictions, and (iv) two pilot demonstrators in the fields of production and logistics, which allow assessment and quantification of benefits on the operational and business level.

Innovation in COGNITUS is driven by its interdisciplinary nature, which enables the combination of expertise drawn from the fields of data science (AIT, LineMetrics) and maintenance planning (FhA). This will yield novel integrated data science and maintenance planning methods that tackle a number of open scientific and technical challenges: training and deploying Deep Learning models on-top of horizontally scalable data streaming frameworks; exploring and visualizing streaming data; and investigation of probing techniques for studying the inner structure of trained Deep Learning models. COGNITUS will also implement prototypical dashboards and investigate how algorithmic predictions can be communicated to the end user while outperforming existing maintenance software solutions in terms of user experience.

Maintenance experts and decision makers, who face the challenge of minimizing unscheduled outages in their daily work, form the target user group that benefits directly from COGNITUS project results. They will receive automated outage predictions without having to invest much effort in manual feature engineering. They can visually inspect system behaviors in near real-time sensor data streams, and they can rely on tailored maintenance processes that define how to react and decide upon algorithmic outage predictions. Those direct user benefits should also yield higher-level business benefits in terms of less unscheduled outages leading to increased supply chain security and higher overall equipment effectiveness, which can be increased by up to 25% in both application use cases.

## **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

## **Projektpartner**

- SPAR Österreichische Warenhandels-Aktiengesellschaft
- D. Swarovski KG
- LineMetrics GmbH
- Fraunhofer Austria Research GmbH