Factory-X

Sachbericht zum Verwendungsnachweis gem. Nr. 8.1.NKBF 98

Teil I Kurzbericht

Zuwendungsempfänger: WITTENSTEIN SE

Förderkennzeichen: 13MX001X

Laufzeit des Vorhabens: 01.02.2024-30.06.2026

Factory-X

The Digital Ecosystem

gefördert durch das Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie BMWE

IMPRINT

Beteiligte Partner:

Arvato Systems Digital GmbH

August Wilhelm Scheer Institut

BASF SE

Berger Holding GmbH & Co. KG

Catena-X Automotive Network e.V.

Codewerk GmbH

DMG MORI Digital GmbH

Empolis Information Management GmbH

EPLAN GmbH & Co. KG

Estainium Association

Festo SE & Co. KG

Forschungsvereinigung Elektrotechnik beim ZVEI e. V.

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

German Edge Cloud GmbH & Co. KG

Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH

ifm diagnostic GmbH

Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW), Leibniz Universität Hannover

igus® SE & Co. KG

inovex GmbH

Instawerk GmbH

ISW Universität Stuttgart

Labs Network Industrie 4.0 e.V.

Lenze SE

Matchory GmbH

MT Analytics GmbH

Open Industry 4.0 Alliance Implementation GmbH

Phoenix Contact GmbH & Co. KG

prenode GmbH

proALPHA GmbH

RIF Engineering & Consulting GmbH

Ruhr-Universität Bochum

SAP SE

Scheer GmbH

SCHUNK SE & Co. KG

SDFS Smarte Demonstrationsfabrik Siegen GmbH

SICK AG

Siemens AG

soffico GmbH

Software GmbH

Technologie-Initiative SmartFactory-KL e.V.

TRUMPF Werkzeugmaschinen SE & Co. KG

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

T-Systems International GmbH

Uhlmann Group Holding GmbH & Co. KG

VDMA e.V.

WITTENSTEIN SE

PART OF MANUFACTURING-X

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Finanziert von der Europäischen Union NextGenerationEU

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitende Informationen zum Dokument.....4

2 Teil I Kurzbericht 5

2.1 Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand....6

2.2 Ablauf des Vorhabens 7

2.3 Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen 7

1 Einleitende Informationen zum Dokument

Dieses Dokument stellt den partnerspezifischen Sachbericht zum Verwendungsnachweis des Verbundprojekts Factory-X für den Berichtszeitraum 01.02.2024 bis 30.06.2026 dar.

Das Dokument besteht - wie mit dem Projektträger VDI Technologiezentrum vereinbart – aus den spezifischen Ergänzungen des auf dem Deckblatt genannten Zuwendungsempfängers. Die Beteiligung und Beiträge des Zuwendungsempfängers zu den geleisteten Arbeiten beziehen sich auf den gemeinsam verfassten Konsortial-Abschlussbericht.

2 Teil I Kurzbericht

Das Verbundprojekt Factory-X verfolgte das Ziel, ein digitales Datenökosystem für die ausrüstende Industrie aufzubauen und damit die Voraussetzungen für interoperablen, souveränen und branchenübergreifenden Datenaustausch zu schaffen. Für WITTENSTEIN stand dabei die Frage im Mittelpunkt, wie intelligente mechatronische Komponenten, herstellerspezifische Engineering- und Servicefunktionen sowie standardisierte digitale Repräsentationen in einem gemeinsamen Datenraum nutzbar gemacht werden können. Das Vorhaben knüpfte an zentrale Herausforderungen der Industrie an: Engineering- und Serviceprozesse sind häufig durch heterogene Toollandschaften, manuelle Datenübertragungen, uneinheitliche Schnittstellen und fehlende Standards für die Nutzung von Komponenten-, Zustands- und Prozessdaten geprägt. Die Arbeiten konzentrierten sich auf drei Use Cases: UC 2.1 „Collaborative Engineering“, UC 2.4 „Condition Monitoring led Services“ und UC 2.7 „Autonomous Operation“.

Im Bereich Collaborative Engineering wurden Grundlagen für durchgängige und interoperable Lösungssuche im Engineering-Prozess geschaffen. Ausgangspunkt war die Herausforderung, dass Maschinenbauer und Systemintegratoren bei der Auswahl und Auslegung von Antriebskomponenten häufig mit unterschiedlichen, herstellerspezifischen Werkzeugen arbeiten. Anforderungen, technische Daten und Berechnungsergebnisse werden dabei oftmals mehrfach erfasst oder in inkompatiblen Formaten weiterverarbeitet. WITTENSTEIN untersuchte deshalb, wie bestehende Auslegungslogiken in eine standardisierte Toolchain eingebunden werden können, ohne die fachliche Qualität der jeweiligen Herstellertools aufzugeben.

Ein zentrales Element dieser Arbeiten war die Asset Administration Shell (AAS) als semantische Klammer für Anforderungen, technische Produktdaten und Auslegungsergebnisse. Hierzu wurde exemplarisch ein Submodell „Sizing of PowerDrive“ betrachtet. Anforderungen an einen Antriebsstrang konnten strukturiert aufgenommen, in Berechnungslogiken verarbeitet und die Ergebnisse anschließend wieder in standardisierter Form bereitgestellt werden. Ergänzend wurden Berechnungen zum Energieverbrauch innerhalb eines Antriebsstrangs implementiert und automatisiert in das Submodell zurückgeschrieben. Damit wurde prototypisch gezeigt, wie Engineering-Informationen in einer Business-Applikation verarbeitet und für nachgelagerte Prozessschritte verfügbar gemacht werden können.

Im Use Case Condition Monitoring led Services lag der Schwerpunkt auf der Nutzung komponentennaher Zustands-, Betriebs- und Kontextdaten über Unternehmensgrenzen hinweg. WITTENSTEIN analysierte, welche Informationen aus Sicht eines Komponentenherstellers erforderlich sind, um den Zustand einer Komponente im Maschinenkontext belastbar bewerten zu können. Dazu zählen beispielsweise Drehzahl, Drehmoment, Temperatur, Achszustände, Belastungsinformationen und Prozessdaten. Die Arbeiten machten deutlich, dass die reine Betrachtung einer einzelnen Komponente ohne Maschinen- und Prozesskontext für eine fundierte Diagnose nur begrenzt aussagekräftig ist.

Deshalb wurden technische und fachliche Varianten untersucht, wie Daten der Komponente mit Informationen aus dem Maschinenumfeld zusammengeführt werden können. Ziel war es, komponentenbedingte Effekte, prozessbedingte Auffälligkeiten und maschinenumfeldbezogene Einflüsse besser voneinander zu unterscheiden. Die AAS wurde hierbei als Strukturierungs- und Integrationskonzept genutzt. Zusätzlich wurden Kommunikationsszenarien, Verwaltungsschalen-Deployments, Eventing-Ansätze wie „AAS over MQTT“ sowie der Einsatz des MX-Ports für den kontrollierten Datenaustausch betrachtet. Im Demonstratorumfeld, unter anderem mit TRUMPF, konnten praktische Integrationsfragen sichtbar gemacht werden, etwa zur Datenfreigabe, semantischen Modellierung, Firewall-Themen und geeigneten Aktualisierungsraten.

Im Use Case Autonomous Operation untersuchte WITTENSTEIN, wie Komponentenwissen, Zustandsinformationen und Prozessdaten zur Unterstützung von Prozessmonitoring, Remote Operation und perspektivisch autonomen Betriebsfunktionen genutzt werden können. Ein wesentliches Ergebnis war die fachliche Abgrenzung zwischen Condition Monitoring und Prozessmonitoring. Intelligente Komponenten können nicht nur ihren eigenen Zustand melden, sondern auch Signale aus ihrem Umfeld einordnen und dadurch Hinweise liefern, ob Auffälligkeiten eher aus der Komponente, dem Bearbeitungsprozess oder dem Maschinenumfeld stammen.

Darüber hinaus wurde betrachtet, wie Herstellerwissen aus Produktkatalogen, Betriebsanleitungen, Serviceinformationen und FAQs in digitale Assistenzsysteme eingebunden werden kann. Im Demonstrator wurde ein KI-gestützter Assistenzansatz über ein Operator Panel integriert. Dabei zeigte sich, dass die Qualität solcher Assistenzfunktionen stark von der Strukturierung, Kuratierung und semantischen Anreicherung der zugrunde liegenden Wissensquellen abhängt. Wichtige Anforderungen betreffen daher die Dokumentenhierarchie, Metadaten, Produktbezüge, Ranking-Verfahren und Qualitätssicherung der Antwortgenerierung. Ergänzend wurden Serviceprozesse betrachtet, bei denen über standardisierte AAS-Submodelle strukturierte Serviceinformationen bereitgestellt werden können.

Über alle Use Cases hinweg bildeten Asset Administration Shells, AAS-Submodelle, Datenraumkonzepte und der MX-Port zentrale technische und fachliche Bausteine. Der MX-Port wurde als Softwarebaustein verstanden, der firmenübergreifenden Datenaustausch unter Wahrung der Datensouveränität ermöglicht und AAS-basierte Informationen in einen Datenraumkontext einordnet. Die Arbeiten zeigten, dass ein Datenökosystem nicht nur Daten transportieren muss, sondern auch digitale Fähigkeiten, Services und Tools auffindbar machen sollte. Themen wie Discovery-Mechanismen, Capability-Beschreibungen und standardisierte Schnittstellen sind daher wichtige Voraussetzungen für eine spätere industrielle Nutzung.

Insgesamt konnte WITTENSTEIN im Projekt Factory-X wesentliche Beiträge zur praktischen Ausgestaltung von Engineering-, Monitoring- und Service-Szenarien in einem industriellen Datenökosystem leisten. Die Ergebnisse umfassen den Kompetenzaufbau im Umgang mit AAS und Datenräumen, die prototypische Umsetzung AAS-basierter Modelle, die Weiterentwicklung AAS-naher Softwareinfrastruktur, die konzeptionelle Arbeit am MX-Port sowie konkrete Erkenntnisse zu souveränem Datenaustausch, digitalen Assistenzfunktionen und datenbasierten Serviceprozessen. Damit wurden zentrale Projektziele adressiert und zugleich Grundlagen für mögliche Anschlussaktivitäten, interne Weiterentwicklungen und zukünftige industrielle Anwendungen geschaffen.

2.1 Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand

Das Verbundprojekt Factory-X setzte an der Ausgangssituation an, dass Engineering- und Auslegungsprozesse in der ausrüstenden Industrie trotz vorhandener digitaler Werkzeuge noch stark durch heterogene, herstellerspezifische Toollandschaften, manuelle Datenübertragungen und nicht durchgängige Schnittstellen geprägt sind. Insbesondere beim Zusammenspiel von Komponentenlieferanten, Maschinenbauern und weiteren Engineering-Partnern gehen Informationen zwischen unterschiedlichen Datenmodellen und Werkzeugen häufig verloren oder müssen mehrfach erfasst werden. Ziel des Use Case 2.1 „Integrated Toolchains and Collaborative Engineering“ war es daher, die Grundlagen für eine interoperable, datensouveräne und möglichst nahtlos integrierte Toolkette zu schaffen, in der Engineering-Daten standardisiert ausgetauscht und über Unternehmensgrenzen hinweg nutzbar gemacht werden können.

Für WITTENSTEIN bestand die Aufgabenstellung darin, die Perspektive eines Komponentenherstellers und Anbieters von Auslegungssoftware in diesen Ansatz

einzubringen. Aufbauend auf bestehenden Engineering- und Sizing-Lösungen, insbesondere für mechatronische Antriebssysteme, wurden Anforderungen an Datenmodelle, Schnittstellen und eine mögliche Einbindung in den Factory-X-Datenraum betrachtet. Der wissenschaftlich-technische Stand war dabei durch erste Ansätze wie Asset Administration Shells, standardisierte Teilmodelle und datenraumbezogene Architekturkonzepte geprägt, jedoch fehlten für die praktische Kopplung herstellerspezifischer und herstellerübergreifender Engineering-Werkzeuge noch allgemein etablierte, industriell erprobte Lösungen. Factory-X knüpfte an diesen Stand an und untersuchte, wie Produktdaten, Anforderungen und Auslegungsergebnisse künftig standardisiert, interoperabel und unter Wahrung der Datensouveränität zwischen den beteiligten Wertschöpfungspartnern ausgetauscht werden können.

2.2 Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde im Konsortium entlang der definierten Factory-X-Handlungsfelder und Use Cases umgesetzt. Für WITTENSTEIN lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf den Beiträgen zu den Use Cases 2.1 „Collaborative Engineering“, 2.4 „Condition Monitoring led Services“ und 2.7 „Autonomous Operation“. Die Arbeiten umfassten die fachliche Konkretisierung der Anwendungsfälle, die Abstimmung gemeinsamer Anforderungen mit den beteiligten Partnern, die Entwicklung und Bewertung geeigneter Datenmodelle und Schnittstellen sowie die prototypische Umsetzung ausgewählter Lösungsbausteine auf Basis von Asset Administration Shells, Datenraumkonzepten und WITTENSTEIN-spezifischem Komponenten- und Engineering-Know-how.

Die Projektbearbeitung erfolgte in einer agilen Vorgehensweise. Insgesamt war das Vorhaben in acht Product-Inkremente strukturiert, die jeweils in der Regel aus sechs Sprints bestanden. Am Ende eines Inkrements fand im letzten Sprint bereits das Planning für das folgende Product-Inkrement einschließlich der zugehörigen Sprintplanung statt. Dadurch konnten die Arbeitspakete kontinuierlich priorisiert, Ergebnisse aus den vorherigen Sprints berücksichtigt und neue Erkenntnisse aus den Use Cases zeitnah in die weitere Projektplanung überführt werden.

Ergänzend zu den inkrementübergreifenden Planungs- und Abstimmungsformaten fanden in den einzelnen Use Cases regelmäßige wöchentliche Abstimmungen statt. In diesen Weeklys wurden der jeweilige Arbeitsfortschritt, offene fachliche und technische Fragestellungen, Abhängigkeiten zwischen Partnern sowie nächste Umsetzungsschritte besprochen. Diese enge Abstimmung war insbesondere für die firmenübergreifende Zusammenarbeit relevant, da Datenmodelle, Schnittstellen, Demonstratoranforderungen und Rollenverteilungen laufend zwischen den beteiligten Industrie- und Forschungspartnern synchronisiert werden mussten.

2.3 Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Wesentliche Ergebnisse des Vorhabens aus Sicht von WITTENSTEIN waren der Aufbau von praktischem Know-how zur Nutzung von Asset Administration Shells, AAS-Submodellen und Datenraummechanismen sowie deren Anwendung auf konkrete Engineering-, Monitoring- und Service-Szenarien. Die Bearbeitung der drei für WITTENSTEIN relevanten Use Cases 2.1 „Collaborative Engineering“, 2.4 „Condition Monitoring led Services“ und 2.7 „Autonomous Operation“ konnte dabei nur im Zusammenspiel des Konsortiums erfolgen. Erst durch die unterschiedlichen Rollen der Partner – etwa Komponentenhersteller, Maschinenbauer, Softwareanbieter, Plattform- und Datenraumpartner sowie Forschungseinrichtungen – konnten Anforderungen, Datenquellen, Schnittstellen, Demonstratoren und fachliche Perspektiven realitätsnah zusammengeführt werden.

Im Use Case 2.1 konnten auf dieser Basis Grundlagen für eine AAS-basierte Integration von Auslegungs- und Engineering-Informationen geschaffen werden. Dazu gehörten insbesondere die strukturierte Beschreibung von Anforderungen und Ergebnissen im Kontext des Submodells „Sizing of PowerDrive“ sowie die prototypische Anbindung von Berechnungslogiken, beispielsweise zur Bewertung des Energieverbrauchs in einem Antriebsstrang. Für WITTENSTEIN war dabei wesentlich, die Sicht eines Komponentenherstellers und Anbieters von Auslegungsfunktionen einzubringen; die Nutzbarkeit der Ergebnisse ergab sich jedoch erst durch die Abstimmung mit den weiteren Rollen im Engineering-Prozess, insbesondere Maschinenbauern, Toolanbietern und Partnern für semantische Modellierung und Datenraumintegration.

Im Use Case 2.4 wurden gemeinsam Erkenntnisse zur Nutzung komponentennaher Betriebs- und Zustandsdaten für datenbasierte Services erarbeitet. Dabei wurde deutlich, dass eine belastbare Bewertung des Komponentenzustands nur im Zusammenspiel mit Maschinen- und Prozessinformationen möglich ist. WITTENSTEIN konnte hier Anforderungen aus Komponentensicht einbringen, während die Einordnung in reale Maschinen- und Prozessumgebungen, die Datenbereitstellung, die semantische Modellierung und die technische Kopplung an Datenraummechanismen nur durch die Zusammenarbeit mit den jeweiligen Partnern möglich waren. Der MX-Port wurde dabei als wichtiger Baustein betrachtet, um AAS-basierte Informationen in einen Datenraum einzubinden und den firmenübergreifenden Datenaustausch unter Wahrung der Datensouveränität zu unterstützen.

Im Use Case 2.7 entstanden ergänzende Ergebnisse zur Nutzung von Komponentenwissen, Zustandsinformationen und Prozessdaten für Prozessmonitoring, Remote Operation und digitale Assistenzfunktionen. Auch hier war die konsortiale Zusammenarbeit entscheidend: Komponentenwissen, Maschinen- und Prozessdaten, Bedienkonzepte, KI-gestützte Assistenzansätze und Forschungsbeiträge mussten gemeinsam betrachtet werden, damit ein praxisnahes Gesamtbild entstehen konnte. Ein wichtiger Aspekt war die Abgrenzung zwischen Condition Monitoring und Prozessmonitoring sowie die Frage, wie herstellerspezifisches Wissen aus Dokumentationen, Produktinformationen und Serviceunterlagen für Assistenzsysteme nutzbar gemacht werden kann.

Übergreifend zeigte sich, dass ein industrieller Datenraum, an dem alle beteiligten Unternehmen vertrauensvoll teilnehmen sollen, nicht von einem einzelnen Partner isoliert entwickelt werden kann. Er erfordert gemeinsame technische Grundlagen, abgestimmte Datenmodelle, klare Rollen- und Rechtekonzepte sowie ein gemeinsames Verständnis von Datensouveränität, Interoperabilität und Mehrwertdiensten. Die Zusammenarbeit mit anderen Konsortialpartnern und Forschungseinrichtungen war daher nicht nur unterstützend, sondern eine zentrale Voraussetzung für die Ergebnisse des Vorhabens. Für WITTENSTEIN ergab sich daraus ein wichtiger Wissenstransfer zwischen Forschung, Standardisierung und industrieller Anwendung sowie eine verbesserte Einschätzung, welche Voraussetzungen für eine spätere Überführung der Ergebnisse in produktnahe Lösungen erforderlich sind.