Catena-X
Automotive Network

Sachbericht zum Verwendungsnacheis NKBF 98

CATENA-X

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021-31.08.2024

TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + CO.KG

13IK004ZA

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK

Beteiligte Partner

Bayerische Motorenwerke AG

Mercedes-Benz AG

Robert Bosch GmbH

SAP SE

Siemens AG

T-Systems International GmbH

ZF Friedrichshafen AG

BASF SE

Henkel AG & Co. KGaA

Schaeffler Technologies AG &Co. KG

Fraunhofer-Gesellschaft e.V.

DMG Mori AG

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Volkswagen AG

ARENA2036 e.V.

LRP Autorecycling

Gris Umformtechnik GmbH

Fetch.ai Research and Development GmbH

BigChainDB GmbH

CCT Composite Coating Services GmbH

Tech4U

Trumpf Werkzeugmaschinen SE + Co. KG

SupplyOn AG

German Edge Cloud Gmbh & Co. KG

ADAC

Up2parts GmbH

Mipart

Microsoft (assoziierter Partner)

Inhalt

1 Einleitende Informationen zum Dokument 4

2 Teil I Kurzbericht 5

2.1 Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand 5

2.2 Ablauf des Vorhabens 5

2.3 Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen 6

1 Einleitende Informationen zum Dokument

Dieses Dokument stellt den partnerspezifischen Sachbericht zum Verwendungsnachweis des Verbundprojekts Catena-X für den Berichtszeitraum 01.08.2021 bis 31.08.2024 dar.

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

Entsprechend ist im gemeinsamen Konsortial-Abschlussbericht auch die Umstellung der Arbeiten auf die agile Managementmethode detailliert beschrieben (vgl. Konsortial-Abschlussbericht, Kapitel 2.1, S. 9-12).

2 Teil I Kurzbericht

2.1 Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand

Die Automobilindustrie steht vor einem bedeutenden Wandel. Mit dem gemeinsamen Aufbau eines digitalen Ökosystems wird die Prozesskette der diskreten Fertigung revolutioniert. Die Veränderungen reichen von Auftragseingang über die Produktionsplanung und -vorbereitung bis hin zur Auslieferung.

Die zentrale Frage, die untersucht wurde, ist, wie der Zugang zu einer gemeinsam genutzten Dateninfrastruktur ermöglicht werden kann. Dabei sollen eigene Lösungen nahtlos eingebunden und gemeinsam entwickelte Standards verwendet werden. Die wissenschaftlich-technische Grundlage bildeten wichtige Projekte wie FabOS (FKZ 01MK20010E), Servicemeister (FKZ 01MK20008N) und SePiA (FKZ 01MD16013E). Diese Projekte lieferten die Erkenntnisse, die die folgenden Arbeiten ermöglichten.

Catena-X stellt die erste Umsetzung eines digitalen Ökosystems dar und bildet damit den Startpunkt für Wissenschaft und Technik im Maschinen- und Anlagenbau. Diese neue Art von Vernetzungslösungen wird getestet, um Mehrwerte für alle Beteiligten zu erschließen. Neue Dienste wie Equipment-as-a-Service oder Pay-Per-Part werden dadurch überhaupt erst in der Breite ermöglicht.

Im Rahmen des Projekts wurden Edge-Cloud-Fähigkeiten untersucht, um mit Maschinen in verschiedenen Ausprägungen und Richtungen zu kommunizieren. Die Erprobung erfolgte über konkrete Anwendungsfälle, die typischerweise im Automotivbereich eine hohe Relevanz haben. Neben der Standardisierung wurden auch die Architekturprinzipien ergründet.

Zu den wesentlichen Aspekten gehören Manufacturing-as-a-Service (TP2.7), Bedarfs- und Kapazitätsmanagement, später PURIS (TP2.4) sowie Gaia-X Kompatibilität (TP4). TRUMPF engagierte sich dabei wesentlich für diese Art der Dateninteroperabilität und Datenkonnektivität.

Dieses Projekt markiert einen bedeutenden Schritt in Richtung einer vernetzten und digitalen Zukunft der Automobilindustrie. Die Zusammenarbeit und die gemeinsamen Standards werden die Branche nachhaltig verändern und neue Möglichkeiten eröffnen.

2.2 Ablauf des Vorhabens

Während der Laufzeit wurde das Vorhaben in verschiedene Themenbereiche unterteilt. Insgesamt wurden übergreifende Abstimmungen und Arbeiten durch die Projektpartnerschaft sichergestellt. Diese Arbeiten umfassten im Wesentlichen alle administrativen und inhaltlichen Aufgaben innerhalb des Konsortiums.

Zentrale Komponenten wurden entlang von konkreten Anwendungen entwickelt. Dabei wurden Aufgaben zu Transfer und Kommunikation übernommen. Bei der Umsetzung ergaben sich neue Fragestellung und Anforderungen, die ebenfalls mit betrachtet werden

konnten. Beispielsweise wurde das Kapazität- und Anforderungsmanagement um eine Echtzeitfähigkeit erweitert.

Das Projekt wurde wie bereits erwähnt vom Wasserfall auf Agile umgestellt und fand unter erschwerten Rahmenbedingungen der Covid Pandemie und der Umstrukturierung von XETICS und ISTOS statt. Die Ziele wurden weitgehend erfüllt und zusätzliche Erkenntnisse konnten durch neue KITs (PURIS) umgesetzt werden.

Insgesamt fanden gemeinsame Workshops und Trainings statt, um Inhalte und Digitale Ökosysteme besser zu verstehen und auch die Gaia-X Prinzipien und Architekturen kennen zu lernen. Die Dokumentation und der Fortschritt wurden jeweils in der bereitgestellten IT-Infrastruktur (Confluence und Jira) eingepflegt und dokumentiert, so dass zu jeder Zeit die notwendige Transparenz gegeben war.

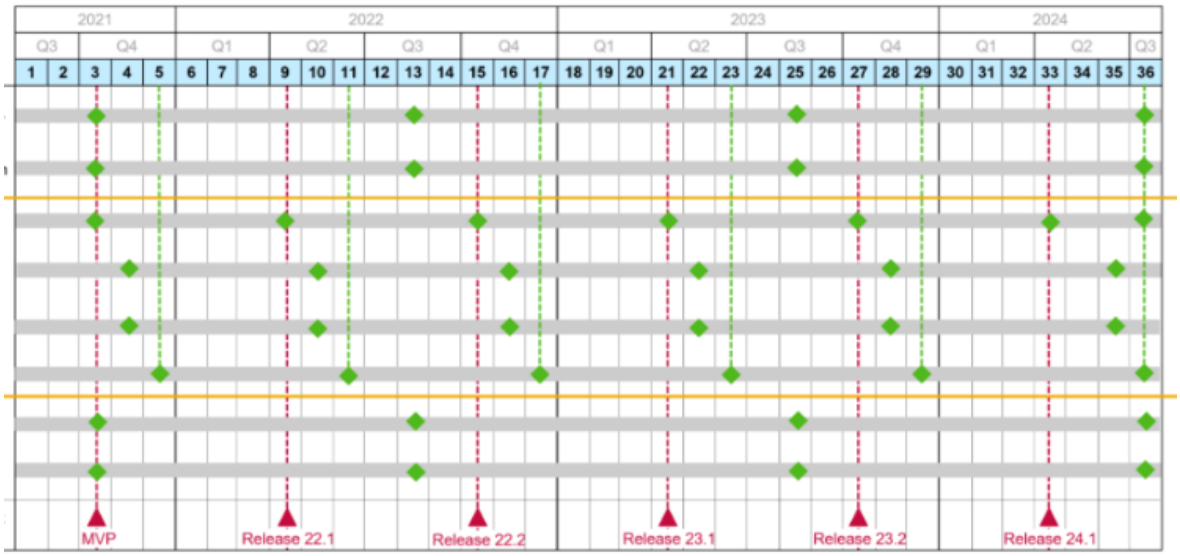


Abbildung 1 Exemplarische Release Planung zu Kapazitäts- und Bedarfsplanung

Insgesamt wurden die Arbeiten an den Vorgaben des Konsortiums und an der Gesamtplanungen ausgerichtet.

2.3 Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Die Hauptaktivitäten waren „Manufacturing as a Service“ (TP2.7) sowie „Bedarfs- und Kapazitätsmanagement“ (TP2.4) unter Gaia-X konformen Prinzipien. Dazu konnten erste Catena-X Standards vereinbart werden, die zur Abfrage im Produktionsprozess notwendig sind. Konkret wurde die Standards 0086 Product Stock Exchange, 0118 Delivery Information Exchange, 0120 Short-Term Material Demand Exchange, 0121 Planned Production Output Exchange, 0122 Item Stock Exchange, 0145 Days of Supply, 0146 Supply Chain Disruption Notifications zu den jeweiligen Catena-X Versionen vereinbart und nachgehalten.

Die Interoperabilität und Datensouveränität innerhalb der Lieferkette durch den Eclipse Dataspace Connector (TP4), später Eclipse Dataspace Component entwickelt, verprobt und gewährleistet.

Diese Komponente ermöglicht es den Fabriken, insbesondere kleineren Fabriken ohne eigene IT-Infrastruktur, dem Netzwerk beizutreten. Eine entsprechende API-Schnittstelle wurde exemplarisch durch ISTOS im „Planning & Control“ als auch bei TRUMPF OSEON realisiert.

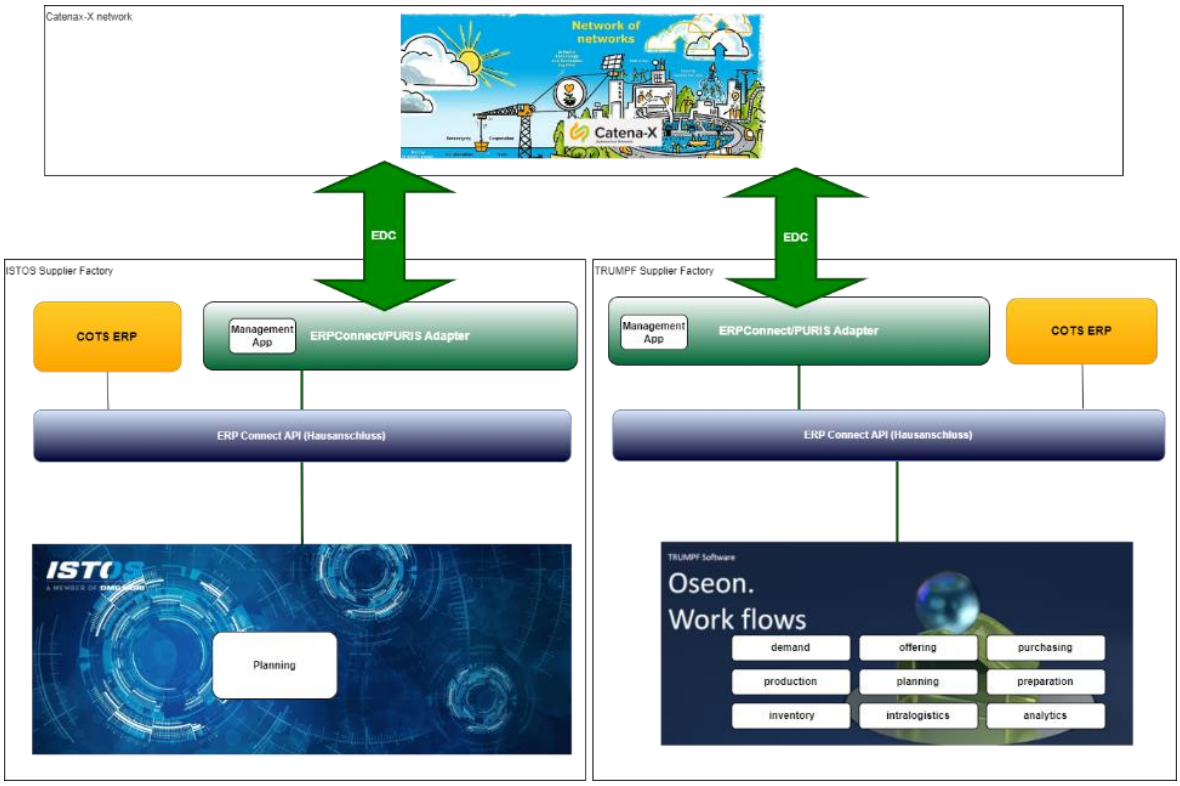


Abbildung 2 Netzwerkanschluss über Adapter

Allerdings wurde ersichtlich, dass die Konfiguration flexibel zu gestalten ist. Die Idee einer entsprechenden Management-App konnte nicht mehr realisiert werden.

Catena-X
Automotive Network

Sachbericht zum Verwendungsnacheis NKBF 98

CATENA-X

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021-31.08.2024

TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co.KG

13IK004ZA

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK

Beteiligte Partner

Bayerische Motorenwerke AG

Mercedes-Benz AG

Robert Bosch GmbH

SAP SE

Siemens AG

T-Systems International GmbH

ZF Friedrichshafen AG

BASF SE

Henkel AG & Co. KGaA

Schaeffler Technologies AG &Co. KG

Fraunhofer-Gesellschaft e.V.

DMG Mori AG

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Volkswagen AG

ARENA2036 e.V.

LRP Autorecycling

Gris Umformtechnik GmbH

Fetch.ai Research and Development GmbH

BigChainDB GmbH

CCT Composite Coating Services GmbH

Tech4U

Trumpf Werkzeugmaschinen SE + Co. KG

SupplyOn AG

German Edge Cloud Gmbh & Co. KG

ADAC

Up2parts GmbH

Mipart

Microsoft (assoziierter Partner)

Inhalt

1 Einleitende Informationen zum Dokument 5

2 Teil II Eingehende Darstellung 6

3.1 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises 14

3.2 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeiten 16

3.3 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit 16

3.4 Veröffentlichungen 16

1 Einleitende Informationen zum Dokument

Dieses Dokument stellt den partnerspezifischen Sachbericht zum Verwendungsnachweis des Verbundprojekts Catena-X für den Berichtszeitraum 01.08.2021 bis 31.08.2024 dar.

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

Entsprechend ist im gemeinsamen Konsortial-Abschlussbericht auch die Umstellung der Arbeiten auf die agile Managementmethode detailliert beschrieben (vgl. Konsortial-Abschlussbericht, Kapitel 2.1, S. 9-12).

2 Teil II Eingehende Darstellung

Der Beginn des Projekts war geprägt durch die inhaltliche Integration der Arbeitspakete und die Synchronisation des Programms mit dem Use Case. Es wurde umfassende Unterstützung bei der Leitung und Koordination der internen Steuerung des Use Case geleistet. Regelmäßige Meetings wurden synchronisiert und effizient organisiert, um eine reibungslose Kommunikation und Zusammenarbeit sicherzustellen. Wie bekannt wurde dabei die Vorgehensweise im Projekt auf das SAFe-Framework und eine agile Bearbeitung umgestellt. Die damit einhergehenden Zielveränderungen wurden in entsprechenden Release Planungen innerhalb des Konsortiums dokumentiert.

Zu den Schwerpunkten der Aufgaben gehörten Manufacturing-as-a-Service (TP2.7), Bedarfs- und Kapazitätsmanagement, später Predictive-Unit-Realtime-Information-System PURIS (TP2.4) sowie die konzeptionelle Prüfung der Gaia-X Kompatibilität (TP4).

Dabei wurden die OEM-Anforderungen, Tier-1 und beteiligten TPs systematisch ermittelt, geclustert und dokumentiert. Partner-OEMs aktiv in den Designprozess eingebunden, und die Nutzenvalidierung durchgeführt, um sicherzustellen, dass die entwickelten Lösungen den Bedürfnissen der Nutzer entsprechen. Eine umfassende Nutzenanalyse eines integrativen Services für die ERP-Weiterentwicklung hin zu einen „as-a-Service“ wurde erstellt, um die Vorteile und Mehrwerte klar darzustellen. Wechselwirkungen und die Integration von Grob- und Feinplanung wurden detailliert ermittelt, um eine nahtlose Abstimmung der verschiedenen Planungsebenen zu gewährleisten. Technologieübergreifende Anforderungen wurden identifiziert und berücksichtigt, um eine breite Anwendbarkeit der Lösungen sicherzustellen.

Die Zusammenhänge und der gemeinsame Informationsbedarf von Enterprise-Ressource-Planung, der Auftragsplanung und der Maschineninformationen wurde ermittelt. Um möglichst flexibel zu sein, wurden zudem Anforderungen an die Konfigurierbarkeit festgelegt, auch um sich an unterschiedliche Bedürfnisse der KMUs anpassen zu können. Mit den Partnern und Forschungseinrichtungen wurde nach der neuen Vorgehensweise ein Minimal Viable Produkt (MVP) eines Enterprise-Ressource-Planung (ERP) Anschlusses vereinbart. Dies ermöglichte eine erste funktionsfähige Version eines Anschlusses, um die Skalierbarkeit dieses ERP-Adapter-Frameworks zu erhalten. Dazu wurden ebenfalls die Anforderungen aufgesammelt und abgestimmt. Damit könnten zukünftige Erweiterungen ermöglicht werden.

Während der Arbeiten konnte mit den Partnern ein Architektur- und Technologieverständnis aufgebaut werden, um eine optimale Integration der Adapter in die Catena-X Welt zu erzielen. Dabei wurde die Architektur der Anwendungsfälle in die Gesamtarchitektur integriert um ein kompatibles ERP Adapter Framework als Basiskonzept darzustellen. Somit konnten Maschinendaten innerhalb von Catena-X bereitgestellt werden.

Die Sicherheitsanforderungen der Informationen wurden gründlich ermittelt, und ein Lösungsansatz für Datensouveränität entwickelt, um den Schutz sensibler Daten zu gewährleisten. Relevante Datenobjekte wurden identifiziert und modelliert, um eine klare

Struktur und Übersicht zu schaffen. Ein vollumfängliches Datenmodell wurde erstellt und mit den Anforderungen aus anderen TPs abgestimmt, um eine konsistente Datenbasis zu gewährleisten. Dies bildete die Grundlage für die weitere technische Umsetzung und Integration.

Um im Netzwerk Informationen auszutauschen, erfolgte die Konsolidierung und Normalisierung der relevanten Daten, auch um die Datenqualität sicherzustellen. Dazu wurden die Datenmodelle in die übergreifende Gesamtmodellierung integriert, um eine einheitliche und umfassende Datenstruktur zu schaffen. Innerhalb des Vorhabens wurde eine Serviceinfrastruktur zur flexiblen Anbindung entwickelt, um die einfache und effiziente Anbindung an ERP aber auch an PPS-System zu ermöglichen.

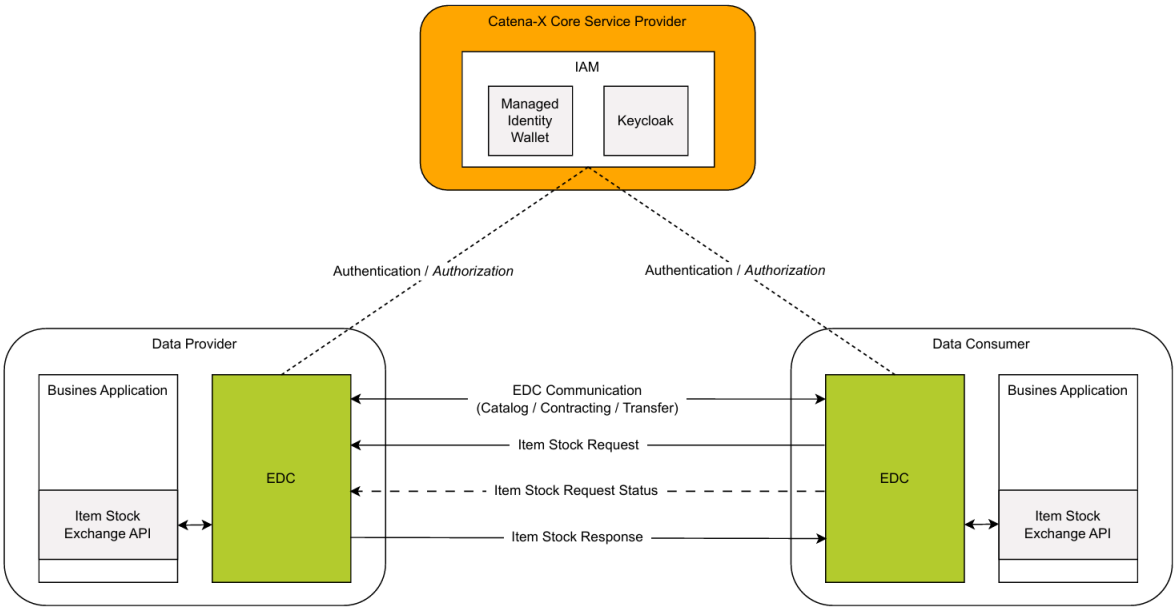


Abbildung 1 Datenaustausch zwischen Partnern in der Catena-X Architektur

Um die Praxistauglichkeit der Lösungen zu prüfen, wurde mit zwei Teilnehmern (VW, ISTOS) eine exemplarische Erprobung durchgeführt. Weitere Tests wurden zur Validierung im Einsatz mit KMUs durchgeführt, um die Anwendbarkeit und den Nutzen der Lösung zu bestätigen.

Um eine Orientierung zu erhalten, wurde eine Marktübersicht erstellt und daraus eine Nutzerargumentation und Ansprache Konzept abzuleiten um die Vorteile der Lösung überzeugend darzustellen. Damit konnte ein Partner-Onboarding realisiert werden, um die Integration neuer Partner zu unterstützen. Darüber hinaus wurden Informationsveranstaltungen unterstützt und durchgeführt, um die Ergebnisse und Vorteile des Vorhabens zu kommunizieren. Dabei wurde für eine reibungslose Umsetzung und deren Integration das Entwicklungsteam eingebunden. Die Qualität des ERP Adapter Frameworks wurde sichergestellt, um eine hohe Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit zu garantieren. Die Vollständigkeit für potenzielle Verwertung wurde sichergestellt, und die Pflege, Weiterentwicklung sowie Lizensierung der entwickelten Komponenten wurden geklärt, um eine nachhaltige Nutzung und Weiterentwicklung zu ermöglichen.

PURIS bietet die Möglichkeit, auf Basis der aktuellen Bestandslage und der aktuellen Auftragslage, die geplanten Bedarfe und Kapazitäten zu überwachen, darauf zu reagieren und gegebenenfalls zu korrigieren und ist ein nächster Schritt zu einem as-a-Service der diskreten Fertigung, da Maschinen anhand der Bedarfe und Fähigkeiten auf den Produktionsflächen gesteuert werden können.

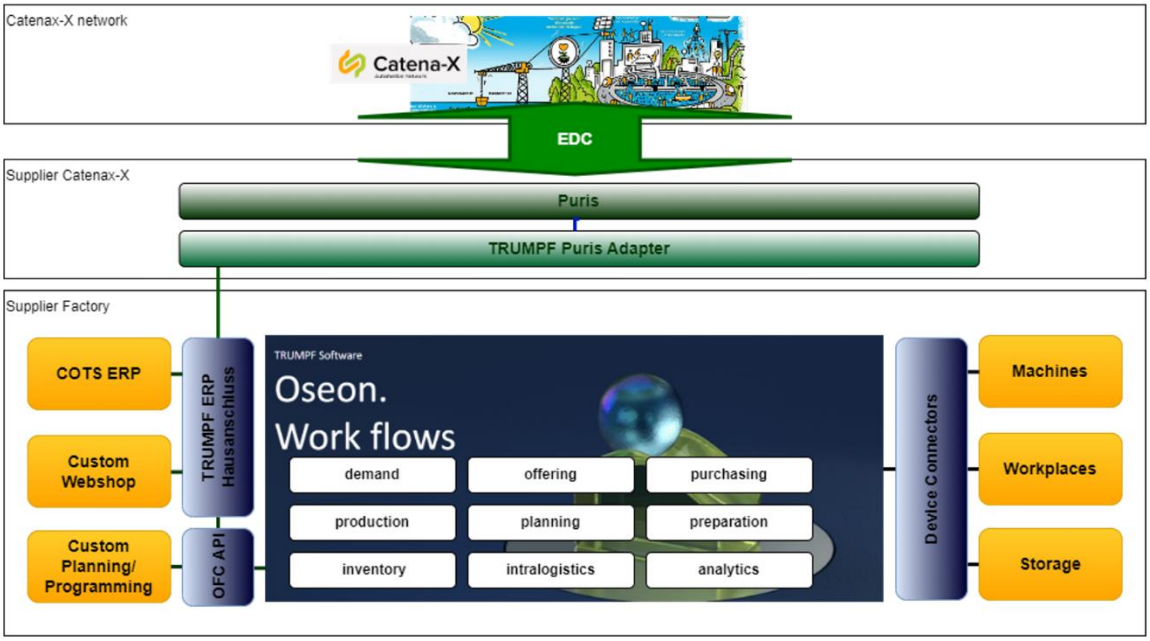


Abbildung 2 PURIS ERP-Adapter und seine Umgebung

Ziel ist es, aufzuzeigen, wie Verzögerungen eines terminierten Teilproduktes in den Folgesystemen der darüber liegenden Teile der Lieferkette zu Problemen in der gesamten Lieferkette führen können. Der Demonstrator soll dieses Problem mit einer Alarmierung in den folgenden Systemen der Lieferkette beantworten. Dies wird anhand eines Beispiels „Buyer-Supplier“ nach dem in Catena-X festgelegten „OneUp-OneDown“ Prinzip demonstriert. Auf Basis der Catena-X-entwickelten Standards wurde im Konsortium eine rudimentäre Implementierung und Anbindung an den Catena-X Datenraum vorgenommen. Der Demonstrator wurde mit drei Lieferanten aufgebaut, wobei jedes ein eigenes Planungssystem hat.

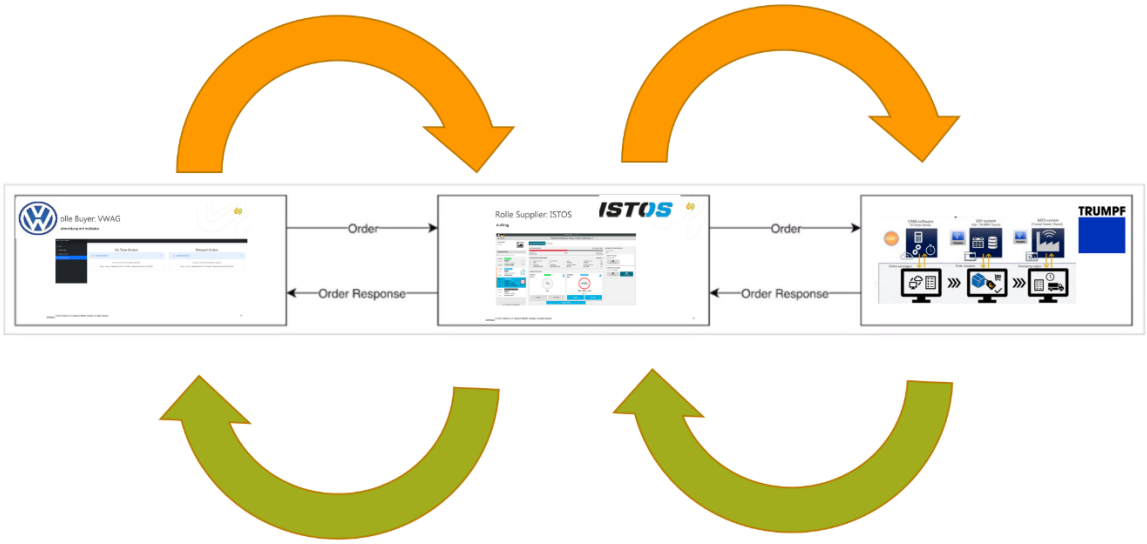


Abbildung 3 "One Up-One Down" Prinzip mit den Catena-X Partnern

Unter der Annahme, dass alle Systeme die jeweiligen Liefertermine der Anfragen unterhalb der Kette kennen und nahtlos darauf ansetzen, wird eine Lieferverzögerung beim letzten Lieferanten simuliert. Diese Verzögerung kann beispielsweise durch Materialengpässe oder Maschinenausfälle verursacht werden. Die Funktionalität für die Benachrichtigung über Lieferkettenstörungen im Catena-X-Rahmen stellt einen transformativen Ansatz zur Stärkung der Automobil-Lieferkette dar. Durch die Einführung eines standardisierten, schnellen Kommunikationsprotokolls für Störungsmeldungen wurde es den Entscheidungsträgern entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht, schnell und effektiv auf unerwartete Herausforderungen zu reagieren. Verbesserte Transparenz und rechtzeitiger Informationsaustausch helfen den Mitgliedern, Störungen vorherzusehen, Entscheidungsprozesse zu optimieren und potenzielle Auswirkungen zu mindern. Die Standardisierung zur Benachrichtigung über Lieferkettenstörungen ist ein entscheidender Schritt hin zu einer stärker vernetzten und widerstandsfähigen Automobilindustrie.

Innerhalb der Arbeitspakete 2.4 und 2.5 lag ein wesentlicher Fokus auf der Schaffung einer konsistenten und wiederverwendbaren Kommunikationsgrundlage. Ein zentrales Ergebnis dabei war die Erarbeitung einer einheitlichen Schnittstellendefinition. Dieser Schritt war entscheidend, um die Art und Weise, wie Daten zwischen dem Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systemen und den operativen Systemen ausgetauscht werden, zu standardisieren und somit zukünftige Integrationen zu vereinfachen und die Fehleranfälligkeit zu reduzieren.

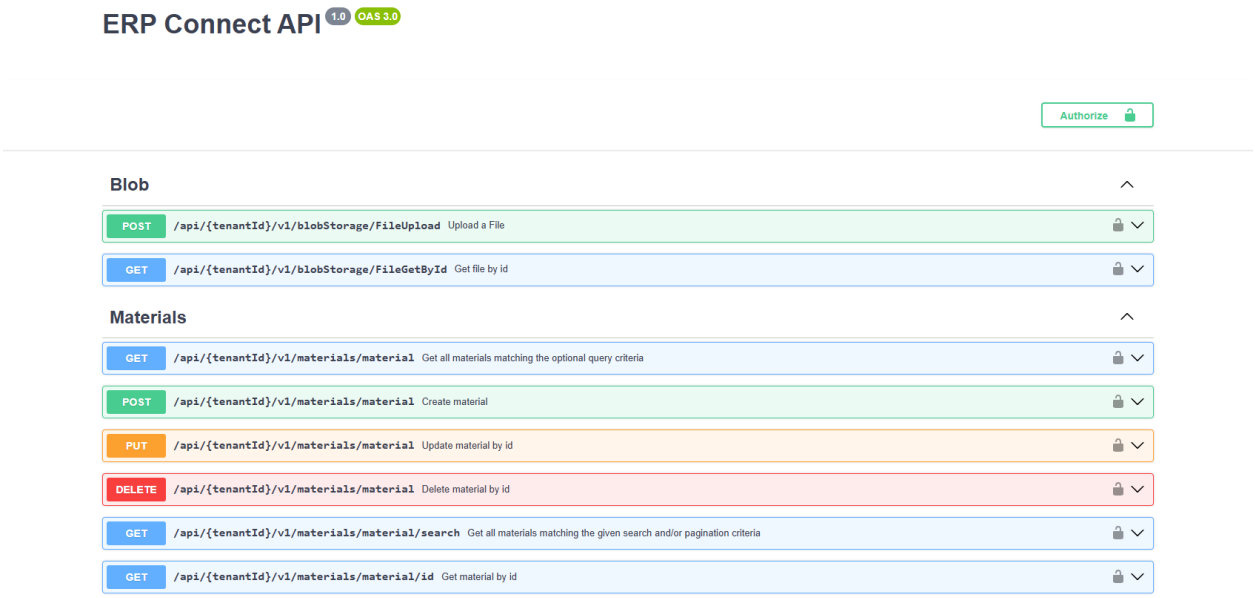
Diese neu definierte, standardisierte Schnittstelle wurde anschließend technisch realisiert und in einer dedizierten Komponente implementiert: der ERP Connect API. Diese API dient als zentraler, standardisierter Zugangspunkt – auch als "Hausanschluss" bezeichnet – für alle Systeme, die auf ERP-relevante Daten aus der Produktionsebene zugreifen müssen. Sie kapselt die Komplexität der darunterliegenden Systeme und bietet eine klare, wohldefinierte Schnittstelle nach außen.

Die Implementierung der ERP Connect API schuf die technische Voraussetzung, um gezielt und kontrolliert auf wichtige operative Informationen zuzugreifen. Konkret ermöglicht diese API das Abfragen von essenziellen Datenpunkten, darunter:

- Aktuelle Lagerbestände (Bestand): Informationen über die verfügbaren Mengen von Materialien und Produkten.
- Materialanforderungen (Bedarfe): Daten über benötigte Materialien für anstehende Produktionsprozesse.
- Vorratsreichweiten (Reichweiten): Prognosen darüber, wie lange vorhandene Bestände bei aktuellem Verbrauch voraussichtlich ausreichen werden.
- Details zu Produktionsaufträgen: Informationen über den Status, die Menge und die Planung von Fertigungsaufträgen.

Der technische Pfad für diese Datenabfragen führt von der ERP Connect API über den ebenfalls entwickelten und umgesetzten ERP-Puris-Adapter. Dieser Adapter fungiert als Vermittler und Übersetzer zwischen der generischen, standardisierten ERP Connect API und dem konkret angebundenen Manufacturing-Execution-System (MES).

Um die verschiedenen Abfragemöglichkeiten strukturiert anzubieten, wurden innerhalb der ERP Connect API spezifische Endpunkte implementiert. Jeder Endpunkt repräsentiert eine bestimmte Funktion oder einen bestimmten Datentyp, der abgefragt werden kann, beispielsweise ein Endpunkt für Bestandsdaten oder ein anderer für Produktionsaufträge. Die konkret umgesetzten und nun verfügbaren Endpunkte der ERP Connect API sind wie folgt:



ProductionOrders
GET /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule Get all production orders matching the optional query criteria
POST /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule Create production order
PUT /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule Update production order by id
DELETE /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule Delete production order by id
GET /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule/search Get all production orders matching the given search and/or pagination criteria
GET /api/{tenantId}/v1/operationsSchedules/operationsSchedule/id Get production order by id
ProductionOrderSchedules
GET /api/{tenantId}/v1/workSchedules/workSchedule Get all production order schedules matching the optional query criteria
GET /api/{tenantId}/v1/workSchedules/workSchedule/search Get all production order schedules matching the given search and/or pagination criteria
GET /api/{tenantId}/v1/workSchedules/workSchedule/id Get production order schedule by id
ProductionStatus
GET /api/{tenantId}/v1/operationsPerformances/operationsPerformance Get all production order status matching the optional query criteria
GET /api/{tenantId}/v1/operationsPerformances/operationsPerformance/search Get all production order status matching the given search and/or pagination criteria
GET /api/{tenantId}/v1/operationsPerformances/operationsPerformance/id Get production order status by order id
RawMaterials
GET /api/{tenantId}/v1/rawMaterials/rawMaterial/changed Get all materials matching the given changed date and pagination criteria
GET /api/{tenantId}/v1/rawMaterials/rawMaterial/id Get raw material by id
Routings
GET /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation Get all routings
POST /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation Create routing
PUT /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation Update routing by id
DELETE /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation Delete routing by id
GET /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation/search Get all routings matching the given search and/or pagination criteria
GET /api/{tenantId}/v1/workdefinitionInformations/workdefinitionInformation/id Get routing by id

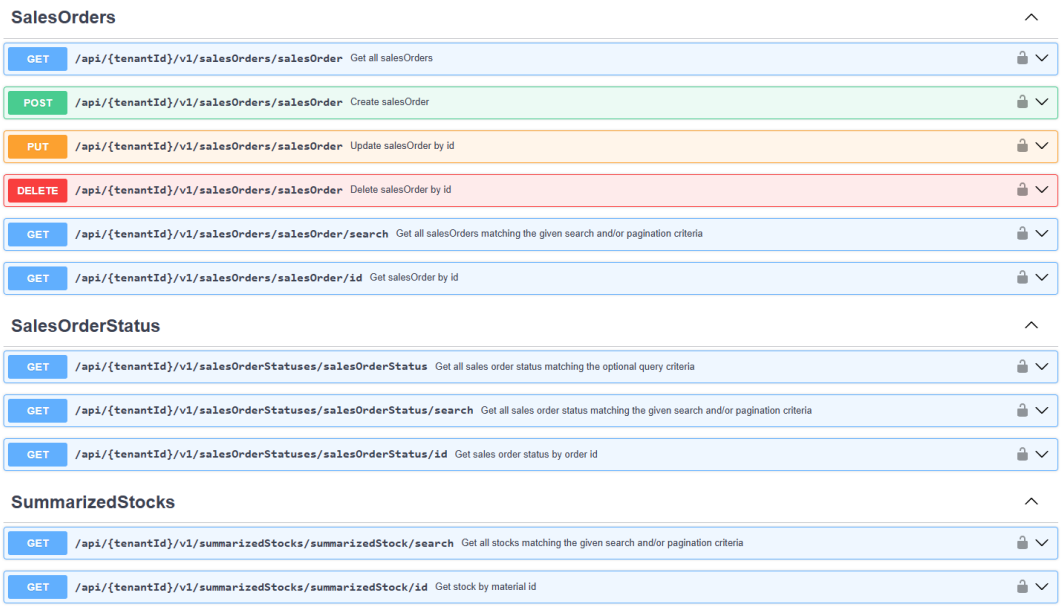


Abbildung 4 Exemplarische API-Darstellung

Für die Bereitstellung des Puris-Adapters und der ERP Connect API wurde zudem eine Infrastruktur geschaffen, welche es ermöglichte aus der Cloud in die entsprechenden Kundennetzwerke über einen einheitlichen und transparenten Verbindungsweg zu kommunizieren. Das nachfolgende Schaubild verdeutlicht den Informationsfluss ausgehend von der Puris App bis hin zu den MES-Komponenten:

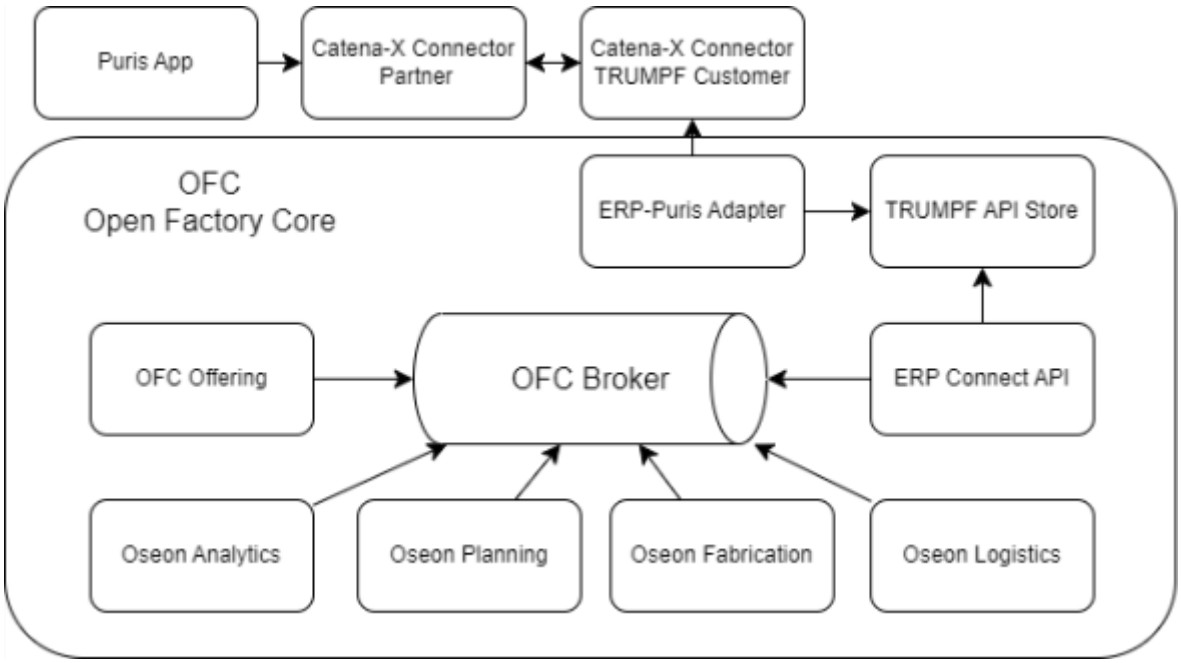


Abbildung 5 PURIS Architektur

Im Zentrum der Kommunikationsarchitektur steht ein zentraler Message Broker (Open-Factory-Core Broker). Dieser fungiert als zentrale Drehscheibe für den gesamten

Nachrichtenverkehr zwischen den unterschiedlichen Software-Services. Seine primäre Aufgabe ist es, die Kommunikation zu vereinheitlichen, indem er als einziger Ansprechpartner für das Senden und Empfangen von Nachrichten dient. Dies entkoppelt die Services voneinander, sodass Änderungen an einem Service nicht zwangsläufig Anpassungen an allen anderen nach sich ziehen. Gleichzeitig wird die Transparenz erhöht, da der Nachrichtenfluss an einer zentralen Stelle überwacht und nachverfolgt werden kann. Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Gewährleistung einer sicheren und zuverlässigen Nachrichtenübermittlung. Der Broker stellt durch Mechanismen wie Warteschlangen (Queuing), Bestätigungen und gegebenenfalls Persistenz sicher, dass Nachrichten auch bei temporären Störungen oder Nicht-Erreichbarkeit eines Zielsystems nicht verloren gehen und zuverlässig zugestellt werden.

Die Hosting-Umgebung für diese zentrale Komponente und ihre direkten Schnittstellen ist bewusst hybrid gestaltet. Der Message Broker selbst, der Puris-Adapter sowie die ERP Connect API werden in der Microsoft Azure Cloud betrieben. Dies nutzt die Vorteile der Cloud hinsichtlich Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und Wartung. Im Gegensatz dazu kann das Manufacturing-Execution-System (MES), das oft eine enge Anbindung an die physische Produktion benötigt, weiterhin lokal in der Infrastruktur des Kunden (On-Premise) betrieben werden. Diese Aufteilung ermöglicht Flexibilität und trägt den unterschiedlichen Anforderungen der Systeme Rechnung – Cloud-Vorteile für die zentrale Infrastruktur, lokale Nähe für produktionskritische Systeme.

Der entscheidende Vorteil dieser hybriden Architektur, die durch den zentralen Broker zusammengehalten wird, liegt in der nahtlosen Integrationsfähigkeit. Über dieselbe zentrale Verbindung durch den Open-Factory-Core Broker können nun sowohl Cloud-native Dienste (wie beispielsweise TRUMPF Oseon-Analytics oder TRUMPF Oseon-Planning) als auch traditionelle Komponenten beim Kunden (wie die direkte Maschinenanbindung in TRUMPF Oseon-Fabrication oder lokale Logistik-Systeme) angebunden und miteinander orchestriert werden. Dies vereinfacht die Gesamtarchitektur erheblich, da nicht für jede Kombination aus Cloud- und Kunden Systemen separate Verbindungswege und Protokolle etabliert werden müssen. Alles läuft über den standardisierten und gesicherten Kanal des zentralen Brokers.

In TP4 wurde konzeptionell untersucht, wie eine Gaia-X konforme Umsetzung der Anschlussfähigkeit an die Catena-X Infrastruktur erfolgen kann. Dazu wurden verschiedene Szenarien erarbeitet und vorgeschlagen. Das folgende beispielhafte Szenario zeigt auf, wie ein Connector der zur sicheren Datenübertragung benötigt wird, auch als SaaS-Lösung angeboten werden kann. Dies ist vor allem für die schnelle und günstige Anbindung von solchen Unternehmen interessant, die selbst nicht über die nötige Infrastruktur und das nötige Wissen verfügen, selbst einen entsprechenden Connector zu betreiben.

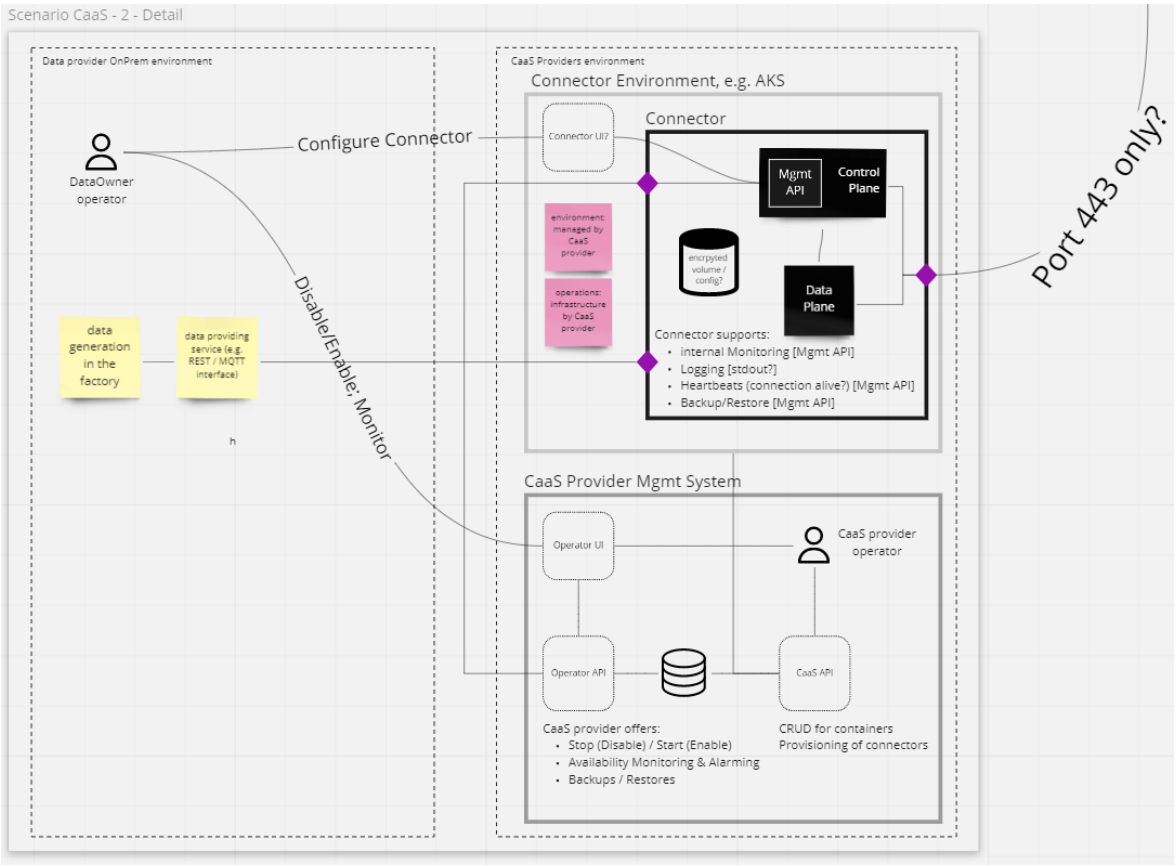


Abbildung 6 Beispielhaftes Szenario

3.1 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

PURIS (Predictive Unit Real-Time Information Service)

Die PURIS Applikation wurde anhand von Proof-of-Concepts (PoCs) erstellt. Diese PoCs zeigten, dass die Plattform die geforderten Anforderungen erfüllt, und in der Praxis anwendbar ist. Die Evaluation umfasste verschiedene Testszenarien, um die Funktionalität und Zuverlässigkeit der Plattform zu überprüfen. Folgende Ergebnisse wurde dabei erzielt:

- Entwicklung einer offenen Plattform für den standardisierten und sicheren Datenaustausch zwischen Unternehmen.
- Implementierung der Plattform auf den Prinzipien des bidirektionalen Datenaustauschs, des Quid-pro-quo-Prinzips und des Pull-Prinzips.
- Integration der Plattform in ERP-Systeme, um eine nahtlose Nutzung und Verbindung zu gewährleisten.
- Durchführung von Proof-of-Concepts, die die Machbarkeit und Praxistauglichkeit der Plattform belegen.
- PURIS als eine Anwendung der Catena-X Funktionsumfanges für die Teilnehmer der Infrastruktur.

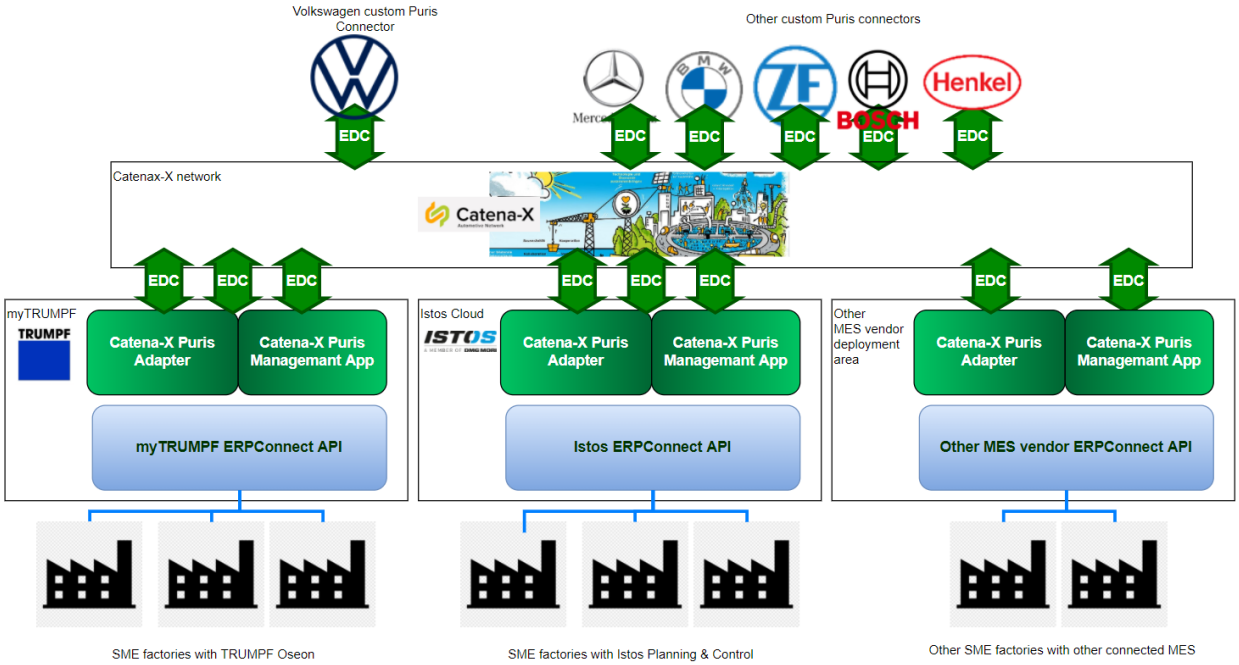


Abbildung 7 Datenaustausch über Puris und Zusammenspiel der Komponenten

Neue Standards

Die Standardisierung der Semantik und der Austausch-API des Kunden ermöglicht es den Teilnehmern der Lieferkette, Informationen über zeitgebundene Mengen des kurzfristigen Materialbedarfs beim Kunden auf interoperable Weise auszutauschen. Um zusätzlichen Kontext und Orientierung zu geben, werden spezifische Prozessbeschreibungen mit Beispielen verwendet, um ein Verständnis der Anwendung zu vermitteln.

- (PURIS) CX - 0120 Short-Term Material Demand Exchange v.2.0.0: Dieser Standard definiert den standardisierten Austausch von Daten zum kurzfristigen Materialbedarf innerhalb des Catena-X-Netzwerks. Der Fokus liegt auf der Bewältigung von Engpässen und der Steigerung der Effizienz entlang der Lieferketten.

- (PURIS) CX - 0121 Planned Production Output Exchange v.2.0.0: Dieser Standard beschreibt die vereinbarte, aber noch nicht hergestellte Materialmenge, die ein Lieferant für einen Kunden zu produzieren plant. Die Standardisierung dieses Prozesses über digitale Plattformen stellt eine klare Kommunikation der zukünftigen Produktionsmengen sicher, stimmt die Erwartungen in der Lieferkette ab und verbessert die Reaktionsfähigkeit auf Marktbedürfnisse.

- (PURIS) CX - 0122 Item Stock Exchange v.2.0.0: Dieser Standard umfasst den Lagerbestand, der Materialien im ausgehenden Lager oder eingehend am Standort des Kunden umfasst. Die Standardisierung seiner Definition und die Nutzung digitaler Zwillinge für den Datenaustausch ermöglichen schnelle Bestandsaktualisierungen entlang der Lieferkette, verbessern die Koordination und beheben Lieferengpässe.

- (PURIS) CX - 0145 Days Of Supply v.1.0.0: Der Days of Supply (DoS) Standard misst, wie lange der Lagerbestand die Betriebsabläufe ohne Nachschub aufrechterhalten kann. Diese Kennzahl hilft, den Lagerbestand effizient zu verwalten. Der Standard unterstützt proaktive Entscheidungen und gewährleistet die Datengenauigkeit entlang der Lieferkette.

- (PURIS) CX - 0146 Supply Chain Disruption Notifications v.1.0.0: Diese Funktionalität ermöglicht es, betroffene Lieferkettenpartner im Falle von Störungen an irgendeinem Punkt der Wertschöpfungskette einfach und schnell zu informieren. Diese Informationen sind entscheidend, um die richtigen Gegenmaßnahmen ergreifen zu können und die gesamte Wertschöpfungskette widerstandsfähiger zu machen.

Alle entwickelten Standards dienen als grundlegende Ressource für Entwickler, Lösungsanbieter und Teilnehmer des Catena-X Netzwerks. Sie bieten eine umfassende Anleitung zur Implementierung und Einhaltung des standardisierten Austauschs von Daten zur kurzfristigen Materialnachfrage.

KMU-Anschlussfähigkeit

Prüfung und Validierung der Architektur und der Schnittstellen im Sinne der Interoperabilität und Souveränität und damit die Vorbedingungen eines Smart Factory Hosts für KMU-Umgebungen (Open-Factory-Core Kompatibilität)

3.2 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeiten

Die geleistete Arbeit entspricht den im Projektantrag dargestellten Vorhaben.

3.3 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

PURIS ermöglicht eine effiziente, transparentere und nachhaltige Gestaltung der automobilen Lieferketten, indem die Catena-X Anwendung Liefersituationen transparent abbildet. PURIS stellt die Liefersituation mit tatsächlichen Daten und vollständig in Echtzeit dar. Hierdurch werden Nutzer in die Lage versetzt, auf dieser Grundlage Maßnahmen für die entsprechende Anforderung (z.B. im Engpassmanagement) abzuleiten und somit Transparenz zu erhalten, die dazu genutzt werden kann, um eine bessere Planung der Wertschöpfung innerhalb der Lieferkette zu ermöglichen. Dieser Nutzen wird in Zukunft von der Automobilherstellern weiter verwertet. Das erworbene Wissen wird beispielsweise in Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer ISST weiterverwendet und findet auch Zugang in weiteren Projekten innerhalb der gestarteten Initiative Manufacturing-X, die auf Arbeiten dieses Vorhaben zurückgreifen wird. Damit sind der Nutzen und die Verwertbarkeit der Ergebnisse nachhaltig sichergestellt.

3.4 Veröffentlichungen

Veröffentlichungen wurden auf dem Catena-X Informationsportal durchgeführt:

PURIS - Predictive Unit Realtime Information Service | Catena-X

https://catena-x.net/de/offers/puris-predictive-unit-realtime-information-service

Eclipse Traktus-X:

PURIS Kit | Eclipse Tractus-X

https://eclipse-tractusx.github.io/docs-kits/next/category/puris-kit

Catena-X Standardportal:

"PURIS" | Catena-X - Library

https://catenax-ev.github.io/docs/next/tags/uc-puris

Fraunhofer ISST Projektseite:

PURIS: Moderne Lieferketten nach Catena-X-Standards effizienter und widerstandsfähiger machen - Fraunhofer ISST

https://www.isst.fraunhofer.de/de/abteilungen/industrial-manufacturing/projekte/puris.html

Catena-X GitHub

Use Case PURIS | Catena-X - Library

https://catenax-ev.github.io/docs/24.03/regulatory-framework/20000ft/use-case-puris

PURIS Video

https://youtu.be/QrnDE6X0IJ4

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN Nicht geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht

3. Titel

Catena-X Automotive Network (Catena-X)

4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.08.2024
Ingo Sawilla Manfred Hucke DImitrij Wulf	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation -
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co.KG Johann-Maus-Str. 2 71254 Ditzingen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen 13IK004ZA
	11. Seitenzahl -
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 11019 Berlin	13. Literaturangaben -
	14. Tabellen -
	15. Abbildungen -

16. Zusätzliche Angaben

17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)

VDI-Technologiezentrum, 40002 Düsseldorf, 25.03.2025

18. Kurzfassung

Der Abschlussbericht umfasst die Ergebnisse und Inhalte aus der Projektlaufzeit des Catena-X Konsortiums von 31.08.2021-31.08.2024. In diesem Zeitraum umfasste die Beteiligung Manufacturing-as-a-Service (TP2.7), Bedarfs- und Kapazitätsmanagement, später PURIS (TP2.4) sowie Gaia-X Kompatibilität (TP4). TRUMPF engagierte und verprobte dabei diese neue Art der Dateninteroperabilität und Datenkonnektivität. Dieses Projekt markiert einen bedeutenden Schritt in Richtung einer vernetzten und digitalen Zukunft der Automobilindustrie.

19. Schlagwörter
Catena-X

20. Verlag -	21. Preis -