

6 DIONE-X

FLORIAN MITSCHKE, JOACHIM METTERNICH



Titel	Darstellung eines GAIA-X konformen Wertschöpfungsnetzwerks im Datenraum Industrie 4.0 für die zerspanende Produktion
Förderlinie	Industrie 4.0 – GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken (InGAIA-X)
Laufzeit	01.11.2022 bis 31.12.2024
Fördermittelgeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderkennzeichen	02J21D131

6.1 Einführung

Die Intention von Gaia-X ist es, Netzwerke aufzubauen, in denen ein souveräner und sicherer Datenaustausch zwischen Teilnehmern unterschiedlichster Rollen erfolgen kann. Ein häufiges Problem neuer Plattformen ist der eingeschränkte Mehrwert bei einer noch geringen Nutzerzahl, was den Netzwerkeffekt schwächt und das Wachstum des Netzwerks verlangsamt. Pilotprojekte bieten hier eine wirksame Lösung, um dieses Dilemma zu überwinden. Durch die gezielte Auswahl und Einbindung einer Pilotgruppe lässt sich die Nutzung der Plattform in einer kontrollierten Umgebung fördern und wertvolle Rückmeldungen gewinnen. An dieser Stelle setzt das Forschungsprojekt DIONE-X an, das aufgezeigt, wie Gaia-X-konforme Datenökosysteme zum Treiber neuartiger Service-Angebote und Geschäftsmodelle werden können. Dabei ermöglichen Datenökosysteme nicht nur, Services auf innovative Weise zu konsumieren, sie treiben auch deren Entwicklung voran, indem sie Daten als monetarisierbare Ressource verfügbar machen. Die im Projekt betrachtete Pilotgruppe ist dabei im Bereich der zerspanenden Maschinenbauindustrie angesiedelt.

Im Projekt sind exemplarisch drei reale Anwendungsfälle als Piloten für einen kommerziellen Datenaustausch unter Verwendung eines Gaia-X-konformen Datenökosystems umgesetzt worden. Diese wurden unter marktnahen Bedingungen getestet, um die Praxistauglichkeit und den wirtschaftlichen Nutzen der verwendeten neuen Technologien zu validieren. Kommerzielle Pilotprojekte sind entscheidend, um technologische Innovationen in den Markt zu bringen, da sie es Unternehmen ermöglichen, Risiken und Herausforderungen in einer kontrollierten Umgebung zu identifizieren und zu adressieren. Sie schaffen Vertrauen bei potenziellen Nutzer:innen und Investor:innen und bereiten den Weg für eine breitenwirksame Einführung und Skalierung der Technologie. [1]

Das Partnerkonsortium von DIONE-X setzt sich dabei aus Teilnehmern mit unterschiedlichen Funktionen zusammen. Die produzierenden Endanwender Schubert Fertigungstechnik GmbH, KWS Kölle GmbH und Munsch Chemiepumpen GmbH möchten Daten aus ihrem Produktionsbetrieb nutzbar machen und von innovativen Services profitieren, die wertvolle Informationen aus diesen Daten ableiten können. Die Services werden dabei von den Unternehmenspartnern Gühring KG, pro-micron GmbH und DMG Mori AG, letzterer in Kooperation mit Berger Holding GmbH & Co. KG, entwickelt und

über ein Gaia-X-konformes Datenökosystem zum Konsum bereitgestellt. Dabei erschließen diese Unternehmenspartner, die Gewindebohrwerkzeuge, Bearbeitungsmaschinenkomponenten oder Sensoriken herstellen, mit den entstandenen Services über ihr Kerngeschäft hinausgehende neue Geschäftsfelder. Weiterhin umfasst das DIONE-X-Projektkonsortium auch die Partner Software GmbH und A1 Digital GmbH. Die Rolle dieser Partner liegt darin, eine IoT-Plattform weiterzuentwickeln und zu betreiben. Diese soll es ermöglichen, Daten aus dem Produktionsbetrieb der produzierenden Endanwender zur Nutzung und Verbreitung im Gaia-X-konformen Datenökosystem zu empfangen und zu speichern. Neben den Unternehmenspartnern sind auch das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen der Technischen Universität Darmstadt (PTW) und das Institut für Daten-optimierte Fertigung Kaufbeuren (IDF) Teil des DIONE-X-Konsortiums. Das PTW übernimmt im Projekt die Rolle des Koordinators und stellt die konstruktive Zusammenarbeit im Projekt sowie die Erreichung der Projektziele sicher. Wissenschaftlich untersucht das PTW innovative Verfahren zur Zuverlässigkeitsbewertung von KI-Modellen. Diese Zuverlässigkeitsbewertung ist dabei nicht nur für eins der entstandenen Service Offerings, sondern auch für einen am PTW entstandenen Demonstrator zum Thema Gaia-X relevant. Da die im Projekt verwendeten Daten aus dem Produktionsbetrieb der Endanwender zum Teil sensible Informationen erhalten, die Rückschlüsse auf den zugrundeliegenden Fertigungsprozess erlauben, erforscht das IDF innovative Verfahren zur Bereinigung von Daten um derartige sensible Informationen. Weiterhin umfasst die Forschungsarbeit des IDF auch Verfahren, die es ermöglichen sollen, Services zu schaffen, die die Qualität von im Ökosystem angebotenen Daten quantitativ bewerten.

An den jeweiligen Anwendungsfällen sind im Kern jeweils ein produzierender Endanwender und ein Serviceentwickler beteiligt. In zwei der Anwendungsfälle wird ein Gaia-X-konformer Datenaustausch über die Cumulocity IoT-Plattform der Software GmbH orchestriert. Im Mittelpunkt aller drei Anwendungsfälle steht das Gaia-X-konforme Datenökosystem Pontus-X.

Anwendungsfall 1: Collaborative Condition Monitoring and Smart Service Planning

In diesem Anwendungsfall nutzt der produzierende Endanwender Munsch eine Fräsbearbeitungsmaschine von DMG Mori, in der ein Kugelgewindtrieb von Berger verbaut ist. Bei Kugelgewindtrieben handelt es sich um Verschleißteile, deren Lebensdauer aufgrund zahlreicher dynamischer Einflussfaktoren nur schwer abschätzbar ist. Ein ungeplanter Ausfall dieser Komponente kann nicht kurzfristig behoben werden. Es müssen Ersatzteile beschafft werden, die oft nicht auf Lager vorgehalten werden. Gleichzeitig muss ein Servicetechniker für den Einsatz beim Endanwender zur Verfügung stehen. Diese Faktoren sorgen dafür, dass ein Ausfall der Komponente erhebliche Stillstandzeiten der Produktion beim Endanwender verursacht.

Im Fokus dieses Anwendungsfalls steht ein Ausfallfrüherkennungssystem für Kugelgewindtriebe. Auf Basis von Maschinendaten, die von Munsch zur Verfügung gestellt werden, ermöglicht es das System, die Restlebensdauer der Komponente abzuschätzen. Ein Serviceeinsatz zum Austausch der Komponente kann so lange vor dem geschätzten Ausfallzeitpunkt geplant werden.

Anwendungsfall 2: Individualised KPI-Dashboard

An den Werkzeugmaschinen von KWS Kölle sind sensorische Werkzeughalter vom Typ „spike“ von pro-micron verbaut. Die Messwerte dieser Sensorik werden genutzt, um für KWS Kölle KPIs über die Qualität und Stabilität der Zerspanungsprozesse bei KWS Kölle zu errechnen. Aufgrund der Prozessabhängigkeit der Stabilitäts- und Qualitätsgrenzen ist eine pauschale Berechnung der KPIs nicht aussagekräftig. In diesem Anwendungsfall nutzt pro-micron Mess- und Prozessdaten (Werkstoff, Schnittparameter, Antriebsströme etc.) für die Berechnung der KPIs.

Anwendungsfall 3: Optimierter Werkzeugeinsatz

Das Ermitteln der bestmöglichen Schnittparameter sowie des bestmöglichen Einsatzbereichs von Bearbeitungswerkzeugen für Werkzeugmaschinen ist oft ein empirischer Prozess, der von jedem Endanwender, der solche Werkzeuge einsetzt, durchgeführt wird. Dabei liegt das Wissen darin, welche Werkzeuge sich für einen bestimmten Prozess eignen und wie sich Bearbeitungsdurchlauf- sowie Werkzeugstandzeiten abhängig von eingestellten Parametern verändern, in diesem Fall beim Werk-

zeughersteller Gühring. Der produzierende Endanwender Schubert ist Auftragsfertiger für zerspanende Bearbeitung, der in Kleinstserien produziert und seine Fertigung regelmäßig auf neue Bauteilgeometrien umstellen muss. Dementsprechend ergeben sich neue, veränderte Fertigungsprozesse, die von Schubert entwickelt werden. Die neuen Bauteilgeometrien beinhalten auch Gewindebohrungen. Schubert nutzt deshalb in diesem Anwendungsfall einen von Gühring entwickelten, auf Expertenwissen basierenden Service, um optimale Einsatzparameter für die Nutzung von Gewindebohrwerkzeugen vorgeschlagen zu bekommen.

6.2 Relevanz von Gaia-X für das Projekt

Die Entwicklung von datengetriebenen Anwendungen, speziell solcher, die auf Künstliche Intelligenz setzen, hat sich in den letzten Jahren weltweit rasant beschleunigt. Neben der Entwicklung spezialisierter Algorithmen und dem nun verfügbaren Zugang zu leistungstarker spezialisierter Recheninfrastruktur haben dabei besonders die Verfügbarkeit und der leichte Zugang zu großen Datensätzen eine entscheidende Rolle gespielt. Gleichzeitig hat die Beschleunigung der KI-Entwicklung tiefgreifende Auswirkungen auf die deutsche Industrie, die zunehmend auf KI setzt, um wettbewerbsfähig zu bleiben und Innovationen voranzutreiben. Im industriellen Umfeld werden mehr Daten aufgenommen und verarbeitet als je zuvor. Diese Daten können jedoch nur dann gewinnbringend eingesetzt werden, wenn innovative Kanäle zum kommerziellen Verbreiten solcher geschaffen werden. [2]

Die in DIONE-X umgesetzten Anwendungsfälle haben zum Ziel aufzuzeigen, wie solche Kanäle geschaffen werden können. Die Umsetzung der Anwendungsfälle ist dabei unter Verwendung des Gaia-X-konformen Datenökosystems Pontus-X erfolgt. Die bereits im Einleitungskapitel beschriebenen Vorteile, die sich durch die Konformität des Datenökosystems gegenüber den Standards und Richtlinien von Gaia-X ergeben, spielen eine entscheidende Rolle dabei, die Akzeptanz potenzieller Partizipanten gegenüber Datenökosystemen initial und langfristig zu sichern. Dabei stellt das Gewinnen und langfristige Halten von Partizipanten im Datenökosystem einen entscheidenden Faktor dar. Mit zunehmender Zahl an Partizipanten und Angeboten verstärkt sich der vorliegende Netzwerkeffekt. Dieser tritt dann auf, wenn der Wert eines Produkts, einer Dienstleistung oder einer Plattform für einen einzelnen Nutzer zunimmt, je mehr andere Nutzer ebenfalls teilnehmen. Das bedeutet, dass der Nutzen von Datenökosystemen für jeden einzelnen Partizipanten steigt, wenn die Gesamtzahl der Partizipanten wächst.

6.3 Methodik/Umsetzung

Zu Beginn des Projekts DIONE-X stand die Anforderung, im Rahmen der beschriebenen Anwendungsfälle einen Gaia-X-konformen kommerzialisierbaren Datenaustausch zu realisieren. Welche Art von Gaia-X-konformem Datenaustauschkanal dabei zum Einsatz kommen sollte, war zunächst offen. Ein solcher Datenaustauschkanal ist dann Gaia-X-konform, wenn die Standards und Richtlinien von Gaia-X in dessen Rahmen eingehalten werden. Dazu bedarf es nicht unbedingt eines formalen Datenökosystems. Ein Gaia-X-konformer Datenaustausch ohne ein Datenökosystem ist möglich, indem die Prinzipien von Gaia-X in eine bilaterale oder multilaterale strukturierte Datenbeziehung implementiert werden. Gaia-X basiert auf den Konzepten von Transparenz, Sicherheit, Datenhoheit und Interoperabilität. Diese Grundprinzipien können auch in kleineren, weniger formalen Datenaustauschbeziehungen angewendet werden.

Im Projekt hat sich nach sorgfältiger Bewertung der Vor- und Nachteile von bilateralen Datenaustauschkanälen zur Umsetzung der Anwendungsfälle herauskristallisiert, dass eine formale Gaia-X-Konformität auf diese Weise zwar zu erreichen wäre, dies jedoch der Grundidee hinter der Gaia-X-Initiative widerspricht. Bilaterale Kanäle verletzen die Ideale der Dezentralisierung und der föderierten

Dateninfrastruktur. Gleichzeitig besteht keine Möglichkeit für neue Partizipanten, niederschwellig in bestehenden Strukturen einzutreten, was die Skalierbarkeit einschränkt und das Eintreten von Netzwerkeffekten verhindert. Im Gegensatz dazu stehen Datenökosysteme für föderierte Infrastrukturen, Netzwerkeffekte, Skalierbarkeit und Interoperabilität. Die Vielfalt der Teilnehmer fördert die Einführung sinnvoller und allgemeiner Standards.

Im Projekt wurde deshalb entschieden, alle Anwendungsfälle unter Verwendung eines Datenökosystems umzusetzen. Die Wahl fiel auf das Pontus-X-Datenökosystem der deltaDAO AG. Dieses Datenökosystem ist mit dem Gaia-X Trust Framework und den Gaia-X Digital Clearing Houses (GXDCH) verbunden, die sicherstellen, dass alle Teilnehmer den Gaia-X-Vorgaben entsprechen [3]. Die deltaDAO ist der Federator dieses 2021 ins Leben gerufenen Datenökosystems und treibt aktiv dessen Entwicklung voran. Als Basis der Entwicklung diente das Ocean-Protokoll. Dieses dezentrale Datenprotokoll liefert einen technischen Rahmen, der den Austausch, die Speicherung und den Zugang zu Daten in einem Netzwerk ermöglicht. Kernelement von Ocean ist die Nutzung von Blockchain-Technologie, die eine Dezentralisierung ermöglicht. Daten und Services werden dabei in Tokens umgewandelt, die ein digitales Abbild des Assets auf der für alle Teilnehmer einsehbaren Blockchain darstellen. Tokens können mit Hilfe dieser Technologie gehandelt werden, ohne dass es einer zentralen Instanz bedarf, die die Transaktionen verwaltet und Vertrauenswürdigkeit herstellt. Eine wichtige Rolle spielen dabei die sogenannten Smart Contracts. Sie werden ebenfalls für alle Teilnehmer einsehbar auf der Blockchain gespeichert und ermöglichen es, automatisiert Verträge zu Transaktionen abzuschließen. Möchte ein Teilnehmer ein Asset erwerben, wird zunächst ein Smart Contract für diese Transaktion erstellt. Dieser enthält alle Informationen zum Kauf wie den Preis des Assets, die Bedingungen für den Zugang zum Asset (z. B. ob es nur einmalig oder mehrfach genutzt werden kann) und den Prozess für die Freigabe des Assets nach Erfüllung der Zahlungsbedingungen. Zur Leistung der Zahlung wird der Kaufpreis vom Käufer an den Smart Contract überwiesen. Der Smart Contract hat dabei eine eigene Adresse auf der Blockchain, auf die der Kaufbetrag überwiesen wird. Ähnlich wie ein Treuhänder stellt der Smart Contract sicher, dass eine Weiterleitung des Kaufpreises an den Anbieter erst erfolgt, wenn der Käufer den Zugang zum Asset auch wirklich erhalten hat. [4]

Datenökosysteme stellen grundsätzlich keine Speicherumgebung für Assets dar. Sie verwalten lediglich den Handelsprozess mit solchen. Beim Kauf wird dabei jeweils eine Referenz ausgetauscht, die einen Zugang zum Speicherort gewährt. In zwei der beschriebenen Anwendungsfälle dienen Maschinendaten der produzierenden Endanwender als Informationsquelle für die entwickelten Services. Die Maschinendaten werden auf der Cumulocity-IoT-Plattform der Software GmbH gespeichert, von der beide Endanwender je eine Instanz, einen sogenannten Tennant, besitzen. IoT-Plattformen bieten dabei eine ganzheitliche Speicherumgebung für Daten unterschiedlichster Maschinen- und Sensortypen. Zudem unterstützen sie spezialisierte Datenübertragungsprotokolle wie MQTT oder OPC UA, ermöglichen eine Datenerfassung in Echtzeit und bieten die Möglichkeit, Daten auf Dashboard-Oberflächen darzustellen oder weiterzuverarbeiten. Speziell Cumulocity bietet eine Funktionalität, die es ermöglicht, sogenannte Microservices direkt auf der Plattform zu hosten. Diese Microservices sind in einem Docker-Container verpackte modulare Services, die spezifische Aufgaben übernehmen können. Docker ist ein Framework, das es ermöglicht, Anwendungen in isolierten Containern zu betreiben, welche alle notwendigen Abhängigkeiten und Bibliotheken enthalten, damit die Anwendung unabhängig von der zugrunde liegenden Systemumgebung funktioniert. Eine dieser Aufgaben kann darin liegen, Transaktionen in einem Datenökosystem zu veranlassen.

In Pontus-X können Transaktionen dabei auf zwei Arten getätigt werden, sowohl durch direkte Benutzeraktionen auf der Weboberfläche von Pontus-X als auch durch Verwendung von API-Schnittstellen. In Pontus-X steht dafür das Nautilus-Toolkit zur Verfügung. Mit Nautilus können Transaktionen wie das Veröffentlichen eines Datensatzes, das Konsumieren eines Services oder die Nutzung von Compute-to-Data-Services vollständig automatisiert werden. Im Projekt wurde ein Cumulocity-Microservice entwickelt, in dem Nautilus eingebettet ist. Wird von der betreffenden Maschine via MQTT ein Datenpaket auf Cumulocity hochgeladen, so führt der Microservice unter Verwendung von

Nautilus automatisiert eine Transaktion zum Konsum eines Services in Pontus-X aus. Nach Ausführung des Services werden die Ergebnisse auf der Weboberfläche von Cumulocity dargestellt. So wird beispielsweise der Service zum Anwendungsfall 1 dann ausgeführt, wenn die Maschine eine Referenzfahrt durchführt. Ein Edge-Device an der Maschine sendet daraufhin ein Datenpaket mit Sensordaten der in den Kugelgewindetrieben eingebauten Sensoren an Cumulocity. Der Cumulocity-Microservice registriert den Dateneingang, konsumiert den Service zur Ausfallfrüherkennung des Kugelgewindetriebs und zeigt den Gesundheitszustand des Kugelgewindetriebs übersichtlich in der Cumulocity-Weboberfläche an.

6.4 Ergebnisse

DIONE-X hatte zum Ziel, durch die exemplarische Umsetzung der drei beschriebenen Anwendungsfälle die kommerzielle Nutzbarkeit sowie die Mehrwerte eines Gaia-X-konformen Datenaustauschs im Bereich der zerspanenden Industrie aufzuzeigen. Im Rahmen der Anwendungsfälle „1. Collaborative Condition Monitoring and Smart Service Planning“ und „2. Individualised KPI-Dashboard“ sind maschinendatenverarbeitende Services entstanden, die niederschwellig über Pontus-X konsumiert werden können. Diese Services werden im kontinuierlichen Produktionsbetrieb der Endanwender regelmäßig gebucht. Zum Anwendungsfall „3. Optimized Use of Tools“ sind drei Services entstanden, die einen Tool-Performance-Report erstellen, Schnittparameter oder ein bestmöglich geeignetes Werkzeug vorschlagen können. Alle der entwickelten Services sind Teilnehmern des Pontus-X-Ökosystems niederschwellig zugänglich.

Neben der Umsetzung der industriellen Anwendungsfälle ist auch ein mobiler Demonstrator entstanden, dessen Funktion sich am Anwendungsfall „1. Collaborative Condition Monitoring and Smart Service Planning“ orientiert. Der Demonstrator ist eine 3-Achs-Tischfräsmaschine, die Aluminiumplatten bearbeitet. Der Demonstrator ist mit einer hochfrequent aufzeichnenden Vibrationsmessensorik an der Frässpindel ausgestattet. Wie die Kugelgewindetriebe im Anwendungsfall 1 verschleifen auch die von dieser Maschine verwendeten Fräsbearbeitungswerkzeuge. Das PTW hat zur Erkennung des Erreichens der Verschleißgrenze solcher Werkzeuge einen Service entwickelt, der Daten aus der Vibrationsmessensorik KI-basiert interpretiert und ein Erreichen der Verschleißgrenze erkennen kann. Auch dieser Service ist über Pontus-X konsumierbar und wird durch einen Cumulocity-Microservice gebucht. Im Demonstrationsbetrieb werden von der Maschine zwei Bauteile gefertigt. Im Werkzeugmagazin befinden sich dabei ein Werkzeug, das die Verschleißgrenze erreicht hat, und eins, das noch ausreichend scharf ist. Nach der Fertigung jedes Bauteils wird ein Datenpaket mit Daten der Vibrationsmessensorik konfektionierte und via MQTT auf Cumulocity hochgeladen. Nach der anschließenden Buchung des Service werden die Ergebnisse der Verschleißerkennung auf einem Dashboard an der Maschine, das die Cumulocity-Weboberfläche darstellt, für den Maschinenbediener sichtbar angezeigt.

Hinter dem Demonstrator steht eine exemplarische Storyline, die beschreibt, wie Gaia-X-konforme Datenökosysteme solche Services nicht nur niederschwellig verfügbar machen, sondern auch aktiv deren Entwicklung vorantreiben. In diesem Beispiel besitzt Hersteller A eine Fräsbearbeitungsmaschine mit eingebauter Vibrationsmessensorik. Diese Sensorik wird von der Maschinensteuerung genutzt, um Totalausfälle bestimmter Maschinenkomponenten zu erkennen und unmittelbar einen Notstopp zu veranlassen. Eine weitere Nutzung dieser Daten erfolgt dabei nicht. Hersteller A erkennt das kommerzielle Potenzial von Daten aus produzierenden Maschinen und beschließt, diese Daten über Pontus-X zu einem festgelegten Preis zum Konsum anzubieten. Zum Sammeln und Publizieren der Daten kommt ein Cumulocity-Microservice zum Einsatz. Dies bietet den Vorteil, dass so ein bereits existenter Datensatz kontinuierlich um neue Daten erweitert werden kann. Gleichzeitig kann durch die IoT-Plattform auch ein ganzheitlicher Produktionsdatensatz, der Daten verschiedenster Maschinen erfasst, konfektionierte, angeboten und fortlaufend verwaltet werden. In diesem Beispiel entdeckt ein auf KI-Lösungen spezialisierter Entwickler den Maschinendatensatz aus der 3-Achs-CNC-Maschine auf Pontus-X. Um

überprüfen zu können, ob die Daten für die Entwicklung eines Services interessant sind, hat Hersteller A einen kleinen Teil der Rohdaten sowie eine ausführliche Beschreibung offen zur Verfügung gestellt. Der Hauptanteil des Datensatzes enthält keine Rohdaten, sondern nur sogenannte Features, die aus den Daten extrahierte charakteristische Eigenschaften abbilden und genutzt werden können, um KI-Modelle zu trainieren. Dabei erlauben sie jedoch keinen Rückschluss auf den zugrundeliegenden Fertigungsprozess bei Hersteller A. Auf diese Weise bleiben sensible fertigungsbezogene Daten beim Hersteller A geschützt. Auf Basis dieser Informationen entscheidet der Entwickler, einen Zugang zu den Daten zu kaufen. Hersteller A erhält den Kaufpreis als Mehrwert für das Bereitstellen seiner Daten. Für die Transaktion im Datenökosystem fällt dabei für den Käufer eine Transaktionsgebühr an, die den Ökosystemteilnehmern zugutekommt, die die Transaktion in die Blockchain aufnehmen. Mit den gekauften Daten gelingt es dem Entwickler, ein KI-Modell zu trainieren, das die Nutzungsmöglichkeiten der Sensorik zur Totalausfallerkennung um eine Werkzeugverschleißerkennung erweitert. Dieser Service kann erkennen, wenn das in der Maschine verwendete Fräsbearbeitungswerkzeug seine Verschleißgrenze erreicht hat, und verhindert so, dass aufgrund eines eingesetzten verschlissenen Werkzeugs fehlerhafte Teile produziert werden. Der Service kann genau wie der zu Entwicklung genutzte Datensatz ebenfalls über Pontus-X konsumiert werden. Das ermöglicht es weiteren Parteien, in diesem Fall Hersteller B, ebenfalls von der Verfügbarkeit des Services zu profitieren. Hersteller B verfügt über eine Maschine gleicher Bauart und nutzt wie beim beschriebenen Anwendungsfall 1 einen Cumulocity-IoT-Tenant, um den Service zu kaufen und auf via MQTT auf die IoT-Plattform transferierten Maschinendaten anzuwenden. Der Service wird dabei als Pay-per-Use angeboten, sodass der Hersteller B selbst die Nutzungshäufigkeit und damit auch die entstehenden Kosten einstellen kann. Weiterhin bietet die Abwicklung über Pontus-X den Vorteil, dass immer die aktuellste und beste Version des angebotenen Services genutzt wird. Der Demonstrator spiegelt die bei Hersteller B befindliche Maschine wieder und veranschaulicht den durch Nautilus ermöglichten API-basierten Konsumprozess über einen Event-log. Abbildung 6.1 zeigt schematisch, wie der Daten- und Finanzfluss in diesem Austausch über drei Parteien erfolgt.

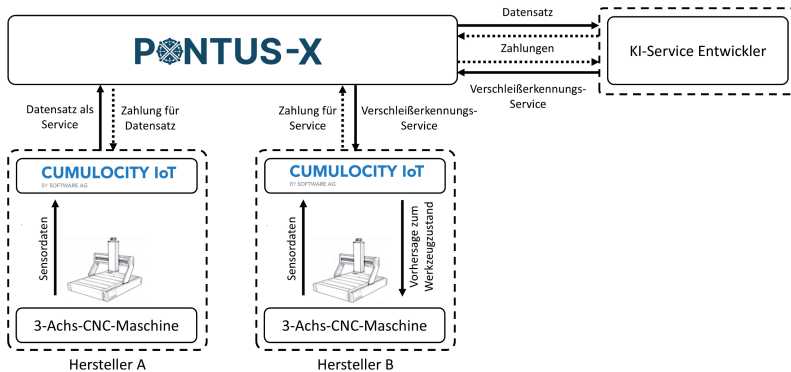


Abbildung 6.1: Datenaustausch über drei Parteien zur Entwicklung und Kommerzialisierung eines Service.

6.5 Diskussion/Fazit

DIONE-X hat gezeigt, dass der Gaia-X-konforme Datenaustausch unter Verwendung von Datenökosystemen wie Pontus-X bereits jetzt kommerziell möglich und selbst für KMU niederschwellig zugänglich ist. Durch die Verwendung von Nautilus kann eine vollständige Automatisierung erfolgen, was für die sinnvolle Umsetzung von Anwendungsfällen zur Verarbeitung von kontinuierlich anfallenden Daten unerlässlich ist.

Die im Projekt verwendeten Microservices erfordern Kenntnisse im Bereich Programmierung sowie eine spezielle Einarbeitung in das Nautilus-Toolkit. Eine wesentliche Erkenntnis aus DIONE-X ist, dass speziell die Anbieter von IoT-Plattformen in diesem Zusammenhang im Zugzwang sind. Die Entwicklung von Plugins, die den Zugang zu Datenökosystemen über IoT-Plattformen ermöglichen, würde die kommerzielle Nutzbarkeit für Industrieunternehmen wesentlich verbessern. Dabei könnte ein solches Plugin nicht nur die Anbindung an ein Datenökosystem realisieren, ohne vom Anwender Kenntnisse im Bereich Programmierung zu erfordern. Es könnte auf der Benutzeroberfläche direkt einen Tunnel zur Marktplatzoberfläche von Pontus-X anzeigen und es dem Benutzer so ermöglichen, direkt über die IoT-Plattform interessante Services zu finden oder Daten anzubieten.

Weiterhin liegt großes Potenzial darin, es den Nutzer:innen niederschwellig zu ermöglichen, kaskadierte Verarbeitungskaskaden zu erstellen. Innerhalb dieser Kaskaden würden wiederholt verschiedene Services vollautomatisiert gebucht und ausgeführt werden. So könnte eine Servicekaskade beginnen, wenn eine bestimmte Anzahl an Datenpaketen zur Veröffentlichung auf die IoT-Plattform hochgeladen wurde. In Laufe der Kaskade können wiederholt unterschiedliche Services gebucht werden, die die Daten jeweils auf ihre Qualität überprüfen, sensible Informationen entfernen und zuletzt einen ganzheitlichen Datensatz aus den Daten verschiedener Maschinen konfektionieren. Der fertige Datensatz wird im Anschluss im Datenökosystem zum Kauf angeboten.

Eine weitere wichtige Erkenntnis ist, dass es bisweilen schwierig ist, angemessene Preise für Datensätze zu bestimmen. Da das Datenökosystem sich noch in einer Übergangsphase hin zu kommerzieller Nutzung befindet und kaum Vergleichsangebote zur Verfügung stehen, können angemessene Preise für Daten nur geschätzt werden. Erst mit zunehmender Anzahl an Datenanbietern kann sich ein Markt etablieren, der regulierend auf Preise wirkt. Dabei wäre es in diesem Zusammenhang denkbar, dass Microservices zukünftig auch dafür genutzt werden, Preise für Daten automatisiert entsprechend des bestehenden Angebots und der Nachfrage dynamisch zu regulieren.

Literaturverzeichnis

- [1] Lorenzo Boscherini, Davide Chiaroni, Vittorio Chiesa, and Federico Frattini. How to use pilot projects to implement open innovation. *International Journal of Innovation Management*, 14(06): 1065–1097, 2010.
- [2] Yiran Chen, Yuan Xie, Linghao Song, Fan Chen, and Tianqi Tang. A survey of accelerator architectures for deep neural networks. *Engineering*, 6(3):264–274, 2020.
- [3] Gaia-X European Association for Data and Cloud AISBL. Gxdch (gaia-x digital clearing house) – the one-stop place to go and get verified against the gaia-x rules to obtain compliance in an automated way., 2024. URL <https://gaia-x.eu/services-deliverables/digital-clearing-house/>. Abgerufen: 4. Dezember 2024.
- [4] Trent McConaghy. Ocean protocol: tools for the web3 data economy. In *Handbook on Blockchain*, pages 505–539. Springer, 2022.