

---

## 3 URANOS-X – Methoden zur Befähigung von KMU für Gaia-X

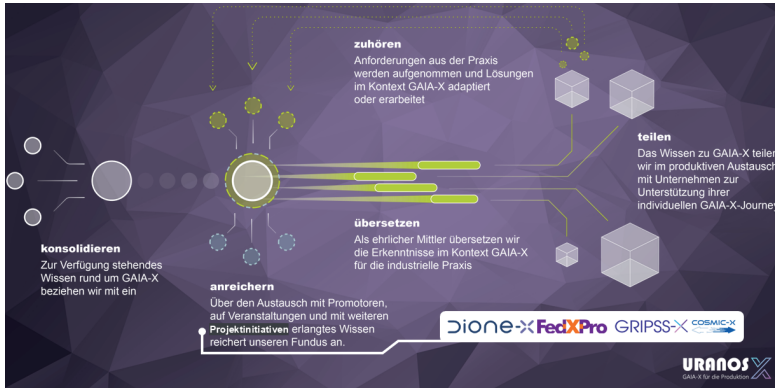
J. ZERBIN, K. KANDAIH, J. LICK, E. DORKAEV, P. KULKARNI, N. RADBRUCH, J. LAMARZ, M. LIN, F. ZIELENBACH, F. DOHMANN, M. USLAR, B. MERX, O. WERTH, J. SCHÜTZ, T. HILGER, C. KOLDEWEY



|                          |                                                                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel</b>             | Untersuchung von Anforderungen, Lösungsmustern und Methoden zur Befähigung produzierender Unternehmen für Gaia-X |
| <b>Förderlinie</b>       | ZdW - InGaia-X: Industrie 4.0 - Gaia-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken                                   |
| <b>Laufzeit</b>          | 01.11.2022 bis 31.12.2024                                                                                        |
| <b>Fördermittelgeber</b> | Bundesministerium für Bildung und Forschung                                                                      |
| <b>Förderkennzeichen</b> | 02J21D000 ff.                                                                                                    |

### 3.1 Einführung

Wie Kapitel 1 aufzeigt werden sich Unternehmen langfristig nicht dem Paradigma der vernetzten Wertschöpfung entziehen können. In der Produktion erzeugen Maschinen und Anlagen riesige Datenmengen, die von unterschiedlichen Akteuren verwaltet und genutzt werden sollen und müssen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten [1]. Die Unternehmen müssen folglich befähigt und motiviert werden, sich für Gaia-X zu öffnen und so positive Synergieeffekte mit ihren Partnern zu realisieren. Gerade mittelständische Unternehmen stehen vor ähnlichen Herausforderungen hinsichtlich der Integration und Auswertung von Daten und deren Lösung in einer einheitlichen Sprache, Semantik sowie in offenen und modularen Strukturen [1] – diese sind zwingende Interoperabilitätsvoraussetzungen für die neue Ökonomie der Datenökosysteme. Es liegen jedoch nicht nur technische Herausforderungen vor; auch in der Gestaltung des Geschäfts, der Organisation und Arbeit werden beim Einstieg in Gaia-X Transformationsbedarfe aufgeworfen. Zum Beispiel durch daten-basierte Geschäftsmodelle, neue DevOps-Abteilungen oder Datenkompetenzen. Hier setzt das Projekt URANOS-X als Begleitforschungsprojekt der Förderlinie InGaia-X an. Das Projekt untersucht Anforderungen, Lösungsmustern und Methoden zur Befähigung produzierender Unternehmen für Gaia-X. Dafür verfolgt das Projekt die grundlegende Vorgehensweise abgebildet in Abbildung 3.1.



**Abbildung 3.1: URANOS-X als Begleitforschung**

Das bestehende Wissen über Gaia-X wird konsolidiert, im Austausch primär mit den Verbundprojekten angereichert und für die industrielle Praxis übersetzt und geteilt. Das Feedback der Industrie wird wiederum integriert. Die Ergebnisse werden in einem Entwicklungsbaukasten zusammengefasst, um die Nutzung von Gaia-X und Datenräumen im produzierenden Gewerbe zu fördern.

Die Fachgruppe Advanced Systems Engineering (ASE) des Heinz Nixdorf Instituts (HNI) übernimmt im Projekt die Rolle des Koordinators und stellt sicher, dass die Zusammenarbeit zwischen den Partnern reibungslos verläuft und die Projektziele erreicht werden. Außerdem koordiniert sie den Austausch mit und zwischen den Verbundprojekten. Sie erforscht grundlegend das Business und Systems Engineering im Kontext der Digitalisierung. Wissenschaftlich untersucht die Fachgruppe ASE vor allem Lösungsmuster und die formale Systemspezifikation. Das FIR der RWTH Aachen bringt seine Expertise in der Erforschung praxisrelevanter Lösungen für die digitale Vernetzung der Wirtschaft in seinen Schwerpunkten Business-Transformation, Informations- und Produktionsmanagement ein. Im Projekt fokussiert sich das FIR darauf die Geschäftsmodell-Lösungsmuster für KMU anwendbar zu machen. Ferner liegt ein Fokus auf der Transformation von Unternehmen zum Gaia-X-Anbieter und -Anwender und der Integration der Ergebnisse in die Transferumgebung für KMU. Das Fraunhofer IEM forscht im Bereich Plattformökonomie aus technischer und wirtschaftlicher Perspektive. Es konzentriert sich im Projekt auf die Ideenfindung, Use Cases, methodische Hilfsmittel und den Transfer in KMU. Das OF-FIS – Institut für Informatik erforscht und entwickelt anwendungsorientierte Konzepte, Lösungen und Prototypen für IKT-Systeme. Im Projekt ist es hauptverantwortlich für Entwicklung und Bereitstellung von Leitlinien und Templates zur Dokumentation sowie von Konzepten zur Integration und Validierung, um so KMU beim Entwurf, bei der Bewertung sowie bei der Realisierung von Gaia-X-konformen Anwendungen zu unterstützen. Im Rahmen des Projekts wurden folgende Ergebnisse entwickelt:

- Gaia-X Funktionalitäts- und Geschäftsmodellmuster
- Gaia-X Use Case Cluster
- Methode zur Ideenfindung für Datenökosystemen
- Methode zur Entwicklung von Gaia-X Geschäftsmodellen
- Schema für Entwicklungsaufträge für Gaia-X Lösungen
- Architekturstandards
- Modellierungssprache und -methode für Datenräume

- Governance- und Zertifizierungskonzept
- Gaia-X Erlebniswelt und Gaia-X Demonstrator
- Gaia-X Quick-Check und Reifegradmodell

## 3.2 Relevanz von Gaia-X für das Projekt

Der zentrale Forschungsgegenstand des Projekts URANOS-X ist Gaia-X selbst und die Unterstützung von KMU bei der Nutzung von Gaia-X. Aus diesem Grund ist Gaia-X von entscheidender Bedeutung für das Projekt. URANOS-X befasst sich mit allen Aspekten von Gaia-X, um das übergeordnete Projektziel – die Erforschung und Entwicklung von Anforderungen, übertragbaren Lösungsmustern und Methoden zur Befähigung produzierender Unternehmen für Gaia-X – zu erreichen.

## 3.3 Projektergebnisse

In diesem Kapitel werden die Projektergebnisse dargestellt, beginnend mit den Bedarfen und Anforderungen der relevanten Stakeholder zum Thema Gaia-X. Darauf aufbauend erfolgt die Konsolidierung des vorhandenen Lösungswissens zu Lösungsmustern, die als Grundlage für die methodische Unterstützung der frühen Entwicklungsphase – von der Idee bis zum Entwicklungsauftrag – dienen. Anschließend wird die formale Spezifikation dieser Ansätze mit Hilfe einer Modellierungssprache und Architekturstandards behandelt. Des Weiteren werden die Ansätze in entwickelten Testumgebungen und Demonstratoren auf ihre Reife hin überprüft. Zum Abschluss werden die Unternehmen hinsichtlich ihrer Transformation dort abgeholt, wo sie heute stehen. Mit Hilfe eines entwickelten Gaia-X Quick Checks und eines Reifegradmodells werden die Unternehmen in die Lage versetzt, ihren aktuellen IST-Zustand zu bestimmen und Handlungsempfehlungen für die anstehende Transformation zu erhalten.<sup>1</sup>

### 3.3.1 Anforderungs- und Bedarfserhebung

Um sicherzustellen, dass die weiteren Arbeitspakete die Bedürfnisse der Zielgruppe adressieren, wurden via Workshops, Interviews und informellen Gesprächen auf Veranstaltungen Anforderungen, Bedarfe und Herausforderungen erhoben. Dies erfolgte bei den folgenden Stakeholdergruppen: Promotoren, Verbundprojekten, Befähigern, Industrie/KMU und Gesellschaft. Nach der Bildung von Clustern für die einzelnen Stakeholdergruppen wurden insgesamt 59 Bedarfe und Anforderungen festgehalten, die sich auf 6 Problemfeldern verteilen:

1. **Verständnis, Erfahrung & Kommunikation:** Unternehmen fehlt das Verständnis für das Gaia-X Ökosystem. Es bestehen Unsicherheiten bei der Bewertung von Anwendungsfällen. Fehlende Standards und Erfahrungswerte erschweren die Kommunikation und den Austausch.
2. **Monetarisierung von Daten:** Es bestehen Unsicherheiten bei der Bewertung des Wertes von Daten und Schwierigkeiten bei der Entwicklung und Monetarisierung von datenbasierten Geschäftsmodellen.
3. **Technologische Herausforderungen:** Bei der technischen Umsetzung von Datenräumen liegen limitierende Faktoren vor: Fehlende Standards, mangelnde Interoperabilität und fehlendes technisches Know-how.

---

<sup>1</sup>Die Projektergebnisse werden hier nur in Ausschnitten dargestellt. Vollständige Ergebnisse finden Sie auf der Projekt-Webseite: <https://gaia-x4produktion.de/>

4. **Rechtliche Aspekte / Data Governance:** Unübersichtliche rechtliche Anforderungen und das Fehlen klarer und einheitlicher Data Governance-Strukturen behindern den Austausch und die Nutzung von Daten. Vor allem bei KMU sind die Prozesse zur Datenfreigabe langwierig und die Ressourcen begrenzt.
5. **Zusammenarbeit & Partnerschaft:** Es bestehen Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit mit Partnern und der Integration technischer Standards. Es mangelt an Beratungsstellen und einer starken Community-Bildung.
6. **Wirtschaftliche Unsicherheiten:** Die unklaren Ertragsaussichten und wirtschaftliche Unsicherheiten hemmen die Investitionsbereitschaft, insbesondere bei KMU mit begrenzten Ressourcen.

Diese Bedarfe & Anforderungen wurden in einem Steckbrief-Format festgehalten. Der Steckbrief enthält neben dem Titel und einer Kurzbeschreibung auch Informationen darüber, in welchem Sektor und von welchem Stakeholdertyp (Leader, Learner, Listener) der Bedarf geäußert wurde. Darüber hinaus wird auch angegeben, für wie wichtig dieser Bedarf von den Stakeholdern gehalten wird. Nicht alle Bedarfe wurden bei der Erarbeitung der Projektergebnisse berücksichtigt. Beispielsweise der Bedarf "Beschleunigung der Entwicklung des Eclipse Data Components (EDC) Connector", da im Projekt kein Beitrag zur Weiterentwicklung des EDC-Connector vorgesehen wurde. Hingegen wird der Bedarf "Bedarf nach Business/Use Cases, welche Erfahrungswerte zum Einsatz von Gaia-X liefern" im Projekt u. a. durch die Entwicklung von Geschäftsmodellmustern adressiert.

### 3.3.2 Studien des vorhandenen Lösungswissen

Die Untersuchung und Dokumentation von Lösungswissen erfolgt in Form von Lösungsmustern. Muster sind bewährte Lösungsansätze, die in unterschiedlichen Kontexten zur Bewältigung spezifischer Probleme eingesetzt werden. Sie bieten Struktur und Orientierung, indem sie wiederkehrende Elemente dokumentieren, die in ähnlichen Situationen effektiv funktionieren.

#### Funktionalitätsmuster

Eine Betrachtung des vorhandenen Lösungswissens zu Gaia-X beginnt mit dem Konzept des Datenraums. Ein Datenraum ist im Grunde ein technisches System, welches durch die Erfassung all seiner Funktionalitäten beschrieben werden kann. Eine Funktionalität beschreibt das wahrnehmbare Verhalten eines technischen Systems aus Kundensicht [2]. Für ein besseres Verständnis von Datenräumen und Gaia-X wurde der Datensatz "*Datenaufbereitung zum State-of-the-Art und Fortschritt europäischer Gaia-X sowie Datenraum-Initiativen mit einem Schwerpunkt auf Industrie 4.0-Anwendungsfälle*" (siehe [3]) erstellt und analysiert. Die Funktionalitäten jedes Anwendungsfall des Datensatzes wurden extrahiert und zunächst in zwei Ebenen unterteilt – die Anwendungs-Ebene und die Datenraum-Ebene.

**Anwendungs-Ebene:** Funktionalitäten, die konkret auf den spezifischen Anwendungsfall bezogen sind.

**Datenraum-Ebene:** Funktionalitäten, die die technische Basis und Infrastruktur für den Datenraum im Anwendungsfall bereitstellen.

Die Funktionalitäten der Anwendungs-Ebene korrespondieren mit den Use Case-Clustern und werden daher hier nicht näher erläutert (siehe Kapitel 1 & 3). Die aus der Analyse der Anwendungsfälle [3] extrahierte Liste der Funktionalitäten auf Datenraum-Ebene wurde durch Funktionalitäten aus der Gaia-X Dokumentation und der DSSC-Blueprint Version 1.0 [4] ergänzt. Nach einem mehrstufigen Clusterverfahren resultieren 41 Funktionalitätsmuster. Diese Muster sind in vier Kategorien gegliedert:

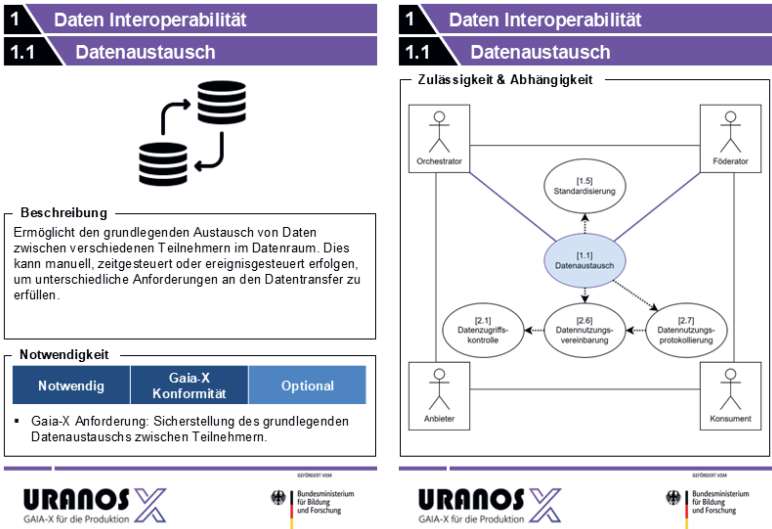
**Daten Interoperabilität:** Diese Muster fokussieren sich auf die Fähigkeit, Daten innerhalb eines Datenraums verständlich und nutzbar zu machen, sodass sie von verschiedenen Systemen und Teilnehmern einheitlich interpretiert und genutzt werden können.

**Datensoeveränität & Vertrauen:** Diese Muster konzentrieren sich auf die Sicherstellung der Integrität, Authentizität und Vertrauenswürdigkeit der Interaktionen und Datentransaktionen zwischen den Teilnehmern eines Datenraums.

**Befähiger der Datenwertschöpfung:** Beinhaltet die technischen Voraussetzungen, die den Teilnehmern eines Datenraums helfen, den Wert durch Datenaustausch und die Nutzung von Diensten und Angeboten zu steigern.

**Funktionale Datenwertschöpfung:** Beinhaltet zusätzliche Funktionalitäten zur direkten Schaffung von Mehrwert durch die Nutzung von Daten, die den Datenraum attraktiver für neue Mitglieder machen.

Die Funktionalitätsmuster sind mithilfe eines Schemas dokumentiert, welches exemplarisch in Abbildung 3.2 dargestellt ist. Das Schema entspricht einer Workshop-Karte mit einer Vorder- und Rückseite.



**Abbildung 3.2:** Darstellung der beispielhaften Funktionalität Datenaustausch anhand des Schemas

Die Karte besitzt folgenden Feldern: *Kategorie, Titel, Beschreibung, Notwendigkeit* und *Zulässigkeit & Abhängigkeit*. Das Feld *Notwendigkeit* gibt Aufschluss darüber, ob ein Muster für einen Datenraum zwingend notwendig oder optional ist. Außerdem wird aufgezeigt, ob für dieses Muster besondere Vorgaben seitens Gaia-X bestehen. Das Feld *Zulässigkeit & Abhängigkeit* zeigt zum einen die Abhängigkeit des Musters von anderen Mustern an, d. h. ob der Einsatz eines Musters den Einsatz eines anderen Musters begünstigt oder erfordert. Dies wird bis zur Abhängigkeit zweiten Grades aufgeführt. Zum anderen gibt das Feld an, welche Rollen ein Akteur in einem offenen Datenraum gemäß Data Governance Act (DGA) innehaben darf, um dieses Muster anbieten zu können. Aus Abbildung 3.2 geht hervor, dass das Muster "Datenaustausch" ein notwendiges Muster für den Betrieb eines Datenraums ist, der Gaia-X Anforderungen umsetzt. Die Rückseite zeigt, dass der "Datenaustausch" in einem offenen Datenraum nur von Akteuren angeboten werden darf, die dort die Rolle Orchestrator und/oder Föderator einnehmen. Darüber hinaus ist der "Datenaustausch" von drei weiteren

Funktionalitätsmustern abhängig, wobei das Muster "Datennutzungsvereinbarung" noch vom Muster "Datenzugriffskontrolle" abhängig ist.

#### **Gaia-X Geschäftsmodellmuster**

Gaia-X Geschäftsmodellmuster adressieren den Bedarf aus der Praxis nach Beispielen für Business/Use Cases, welche Erfahrungswerte liefern (siehe Sektion 3.3.1). Dieser Bedarf adressiert das Problemfeld *Monetarisierung von Daten*. Unternehmen stellen sich noch viel zu oft die Frage, wie sie in Datenräumen Nutzen stiften und Erlöse erzielen können. Diese Frage wird durch ein Geschäftsmodell beantwortet. Ein Geschäftsmodell beschreibt das Grundprinzip, wie ein Unternehmen Werte schafft, liefert und monetarisiert [5]. Eine strukturierte Erarbeitung und Dokumentationen eines solchen Modells wird meist durch die Nutzung eines Geschäftsmodell-Canvas erzielt. Neben traditionellen Canvases, wie dem Business Model Canvas (BMC) von OSTERWALDER & PIGNUER [5], gibt es auch bereits einige Plattform Canvases, wie den Platform Canvas von ALLWEINS ET AL. [6], und auch einige wenige speziell für Datenräume, wie das des DATA SPACE SUPPORT CENTERS (DSSC) [4]. Eine Literaturrecherche und Analyse bestehender Canvases ergab aber, dass keine der Canvases die Komplexität von Geschäftsmodellen innerhalb von Datenräumen in einem zufriedenstellende Maße darstellen konnte. Aus diesem Grund wurde zur Anwendung der Geschäftsmodellmuster in einem Geschäftsmodell im Projekt ein Gaia-X-spezifisches Canvas entwickelt. Dieser Canvas basiert auf einer Literaturrecherche und wurde mit den Verbundprojekte validiert. Der grundlegende Aufbau des Canvas ist in Abbildung 3.3 dargestellt.

Visuell ist das Canvas einem Baum nach empfunden, bei dem die Förderatoren die Wurzeln darstellen, der Orchestrator den Stamm und die Datenraumteilnehmer die Blätter und Äste. Für jede der drei Rollen gibt es eine Sub-Canvas; die Sub-Canvases werden durch Nutzen-, Daten- und Geldflüsse verbunden, um den gesamten Datenraum oder den relevanten Ausschnitt abzubilden. Für jedes Sub-Canvas gibt es ferner eine Maximalversion und eine Minimalversion. Dies ermöglicht es, relevante Teile des Canvas in einer höheren Genauigkeit abzubilden und gleichzeitig weniger relevante Teile zu berücksichtigen, ohne sie in der Tiefe darzustellen. Dadurch kann das Canvas auch hochkomplexe Datenräume zweckmäßig abbilden, ohne für simplere Anwendungen unnötig komplex zu sein. In Abbildung 3.4 ist das Canvas beispielhaft aus der Perspektive eines Datenraumteilnehmers ausgefüllt.

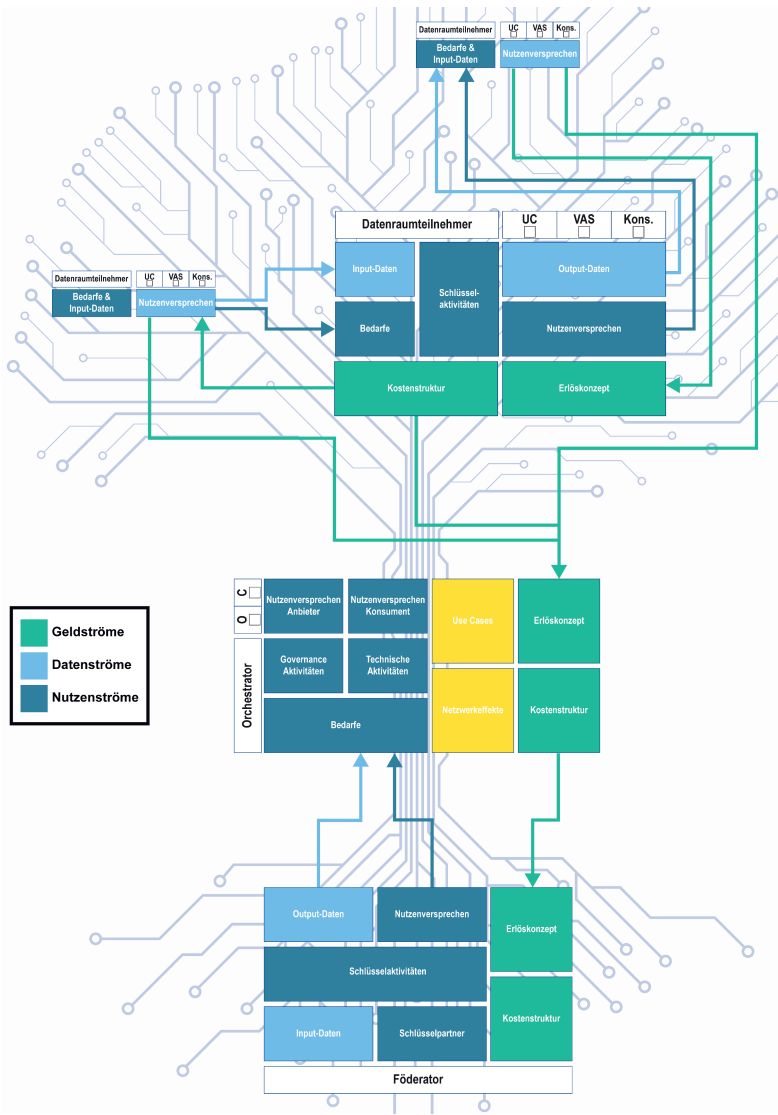
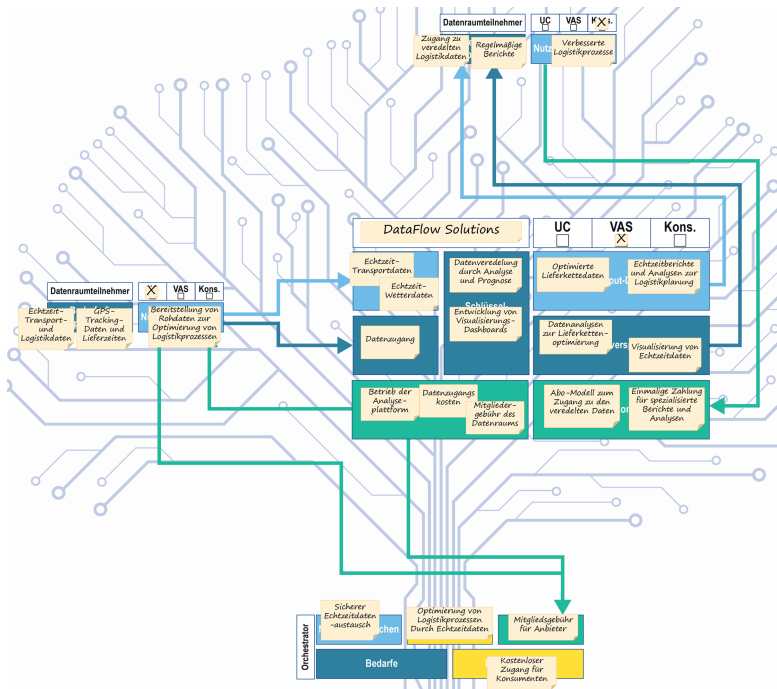


Abbildung 3.3: Gaia-X Geschäftsmodell-Canvas

Ein Datenraumteilnehmer ist ein Akteur innerhalb des Datenraums, der entweder Daten bereitstellt, verarbeitet oder nutzt. Es ergeben sich drei typische Rollen:

- **Anbieter mit Use Case (UC):** Ein Teilnehmer, der spezifische, auf Anwendungsfällen basierende Dienstleistungen oder Produkte anbietet. Diese Use Cases stehen im Zusammenhang mit der Nutzung oder Verarbeitung von Daten.
- **Anbieter von Value Added Services (VAS):** Ein Teilnehmer, der zusätzliche Dienstleistungen anbietet, die auf bereits vorhandenen Daten aufbauen, z. B. durch Analyse oder Veredelung der Daten, um Mehrwert zu schaffen.
- **Reiner Konsument (Kons.):** Ein Teilnehmer, der ausschließlich Daten und Dienste aus dem Datenraum konsumiert, ohne selbst Daten oder Services bereitzustellen.



**Abbildung 3.4:** Fiktiver Beispiel-Canvas eines Datenraumteilnehmers

Es ist zu erkennen, dass in dieser Abbildung der Datenraumteilnehmer "DataFlow Solutions" für sich selbst die Maximalversion seines Sub-Canvas verwendet hat und für alle anderen Akteure, mit denen er interagiert, die Minimalversion. "DataFlow Solutions" ist der Anbieter eines Value Added Service (VAS), was anhand des Kreuzes im VAS-Feld deutlich wird. Die Minimalversion des Sub-Canvas des Orchestrators verdeutlicht, dass sich das fokale Unternehmen in einem logistikbasierten Datenraum bewegt, der Anwendungsfälle zur Optimierung von Logistikprozessen durch Echtzeitdaten unterstützt und durch Mitgliedsgebühren für Anbieter finanziert wird. "DataFlow Solutions" benötigt von seinen Schlüsselpartnern im Datenraum die Echtzeit-Transportdaten und Echtzeit-Wetterdaten, um sein

Nutzenversprechen “Datenanalyse zur Lieferkettenoptimierung” anbieten zu können. Dieses Nutzenversprechen bietet er den Datenraumteilnehmern an, die als reine Konsumenten, gekennzeichnet durch das angekreuzte Kons.-Feld, veredelte Logistikdaten und regelmäßige Berichte zur Verbesserung ihrer Logistikprozesse benötigen. Als Datenraumteilnehmer interagiert “DataFlow Solutions” in keiner für sein Geschäftsmodell relevanten Weise mit den Förderatoren, sodass der Sub-Canvas der Rolle des Förderators nicht aufgenommen wurde. Schließlich dienen die eingezeichneten Nutzen-, Daten- und Geldflüsse dazu, Teile der in den Feldern festgehaltenen Informationen visuell darzustellen. Im Beispiel-Canvas wird durch die Datenflüsse sofort klar, welcher Datenraumteilnehmer Schlüsselpartner von “DataFlow Solutions” und welcher Kunde ist. Darüber hinaus wird durch den fehlenden Geldfluss vom reinen Konsumenten (Kons.) zum Orchestrator deutlich, dass dieser eine Strategie zur Teilnehmerakquise verfolgt, bei der Anbieter kostenpflichtig am Datenraum teilnehmen, während Konsumenten dem Datenraum kostenfrei beitreten können.

Aufgrund der geringen TRL der meisten Gaia-X Förderprojekte und anderer Datenraumprojekte ist derzeit nicht die notwendige Informationsbasis vorhanden, um durch die Analyse bestehender Geschäftsmodelle von Datenräumen empirisch Geschäftsmodellmuster abzuleiten (siehe Abb. 1.5). Daher wurden bestehende Sammlungen an Geschäftsmodellmustern analysiert und deren Muster hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für Datenräume und Gaia-X bewertet. Folgende Kataloge wurden analysiert: Der Business Model Navigator des BMI LAB mit 55 Mustern [7], OSTERWALDER & PIGNUER mit fünf Mustern [5], JOHNSON mit 19 Mustern [8] und fünf Mustern mit dem Schwerpunkt “Datenräume” [9]. Nach der Identifikation der relevanten Muster und der Eliminierung von Redundanzen wurden die Muster in ein eigenes Dokumentationsschema überführt.

Wie die Funktionalitätsmuster wurden auch die Geschäftsmodellmuster in einem Kartenformat dokumentiert. Abbildung 3.5 zeigt beispielhaft anhand des Musters “Track & Trace”, wie der Gaia-X Geschäftsmodell Canvas für das Dokumentationsschema der Geschäftsmodellmuster verwendet wurde.

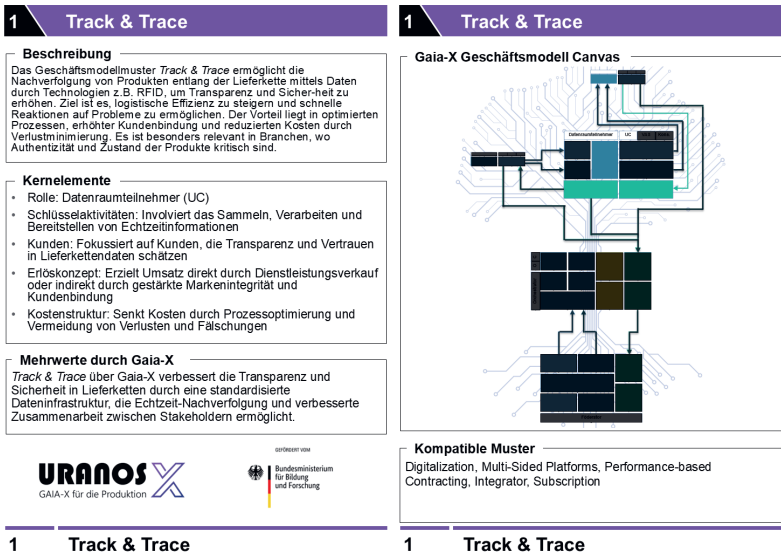


Abbildung 3.5: Geschäftsmodellmuster: Track & Trace

Das Canvas ist als Silhouette auf der Rückseite der Musterkarten dargestellt und die Felder des Canvas sowie die relevanten Nutzen-, Daten-, und Geldflüsse, auf die sich das Geschäftsmodellmuster bezieht, sind hervorgehoben. Hierbei sind für alle Rollen die Maximalversionen ihrer Sub-Canvases aufgeführt, sowie zwei Minimalversion des Sub-Canvas der Rolle Datenraumteilnehmer. Diese Minimalversionen beschreiben einmal die Schlüsselpartner und einmal die Kunden innerhalb eines Datenraums. Erkennbar an den dargestellten Nutzen-, Daten- und Geldflüssen. Geschäftsmodellmuster sind nicht auf die Perspektive einer Rolle beschränkt, sodass für gewisse Muster Felder in mehreren der Sub-Canvas hervorgehoben sind. Insgesamt kann diese Variante des Canvas alle Muster des Gaia-X Geschäftsmodellkatalogs darstellen. Neben dem Canvas besteht das Dokumentationschema der Muster aus den Feldern:

- **Beschreibung:** Eine kurze Erläuterung des Grundgedanken, des angestrebten Ziels und der Vorteile des Musters.
- **Kernelemente:** Eine Auflistung der Kernelemente des Gaia-X Geschäftsmodell-Canvas, die das Muster maßgeblich beeinflussen.
- **Mehrwerte durch Gaia-X:** Eine kurze Erläuterung der Vorteile, die Gaia-X dem Muster bietet.
- **Kompatible Muster:** Eine Liste der komplementären Muster des Gaia-X Geschäftsmodellkatalogs

#### Use Case-Cluster

Die fehlende praktische Verbreitung von Datenräumen betrifft auch die Use Cases, auch hier fehlen heute noch wohl etablierte Entwurfsmuster als auch erprobte Best Practices.

Mit dem Ziel, allgemeingültige und wiederverwendbare Blaupausen und Entwurfsmuster für die Gaia-X Datenraum-Domäne „Industrie 4.0/KMU“ zu identifizieren und abzuleiten, wurden in Anlehnung an den IEC SRD 62913-1 Standard sogenannte Use Case-Cluster in einem Steckbrief-Format erarbeitet. Die Steckbriefe orientieren sich strukturell wiederum an dem IEC 62559-2 Use Case-Template. Um Unternehmen einen Vergleich und eine Analyse von und zwischen unterschiedlichen Anwendungsfällen zu ermöglichen und somit eine adäquate Entscheidungsfindung zu unterstützen, definiert dieser Standard einen strikt strukturierten Ansatz zur Dokumentation von Anwendungsfällen mit allen notwendigen Kerninformationen und Rahmenbedingungen mit einem Fokus auf die Interaktion zwischen kommunizierenden Komponenten und Akteuren. Dabei verbessert das standardisierte Format die Zusammenarbeit und Interoperabilität zwischen unabhängigen Systemen und erlaubt eine Wiederverwendbarkeit für sowohl Forschung als auch Industrie. [10] So beschreibt ein Use Case-Cluster eine möglichst technologieunabhängige und konsolidierte Darstellung aller gemeinsamen und wiederkehrenden Kernmerkmale zwischen unterschiedlichen Implementierungen eines gegebenen Anwendungsfalls.

Die Use Case-Cluster selbst wurden dagegen basierend auf den Merkmalen der unterschiedlichen unternehmerischen Mehrwerte und der dafür erforderlichen Funktionalität abgeleitet. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 211 Initiativen aus 281 Quellen zusammengetragen, analysiert und ausgewertet<sup>2</sup>. Diese unterteilen sich (über alle Domänen hinweg) in 102 Data Spaces und 93 Anwendungsfälle. Die 93 Anwendungsfälle beinhalten 47 Industrie 4.0 relevante Anwendungsfälle. Basierend auf diesen 47 Industrie 4.0-relevanten Anwendungsfällen wurden wiederum sieben verallgemeinerte Use Case-Cluster erarbeitet. Ein Cluster umfasst dabei Anwendungsfälle mit ähnlichen Charakteristika. Eine Kurzeinführung in die im Projekt erarbeiteten Use Case-Cluster wurde bereits in 1.1.1 vorgestellt. Abbildung 3.6 stellt exemplarisch den Steckbrief für das Use Case-Cluster *Supply Chain Monitoring* dar.

---

<sup>2</sup>Die zugrundeliegenden Rohdaten stehen in [3] zur freien Verfügung.

[#UCC\_05] Supply Chain Monitoring  
Steckbrief

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Domäne    | Scope                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| UCC_05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Industrie | Unter Supply Chain Monitoring (SCMo) versteht man die systematische Überwachung und Steuerung des Warenflusses sowie die Erkennung und Behebung potenzieller Störungen in der Lieferkette [CRT33]. Durch die Implementierung von Überwachungsmechanismen und die anschließende Identifizierung der damit verbundenen Risiken können Fehlentscheidungen, überhöhte Lagerbestände oder Bullwhip-Effekte vermieden werden. [CRT29]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Abhängigkeiten zu anderen Business Cases                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Circular Economy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Ziele und Mehrwerte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Echtzeit-Verfolgung/ Nachverfolgung der Produktionsprozesse [CRT30]</li><li>Erkennung von Trends [CRT30]</li><li>Mehr Transparenz in den Lieferketten [CRT30]</li><li>Verbesserung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit [CRT]</li><li>Beseitigung von Informationsverzögerungen in der Lieferkette [CRT30]</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Problemstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Lösungsansatz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Durch die zunehmende Globalisierung sowie einer engen Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen werden auch Lieferketten immer komplexer und führen zu einem Mehraufwand der Koordination. Folglich steigt auch das Potenzial möglicher Störeignisse sowie Risiken, die einen negativen Einfluss auf die Produktion haben [CRT31]. So kann durch den Kontrollverlust das Outsourcen von Produktionsschritten in andere Länder für Unternehmen einen Imageschaden und folglich Gewinneinbußen verursachen, wenn der Lieferant ökologische oder soziale Arbeitsaspekte missachtet oder bestimmte Gesetzesbedingungen die in dem Heimatland des Unternehmens gelten nicht erfüllt. [CRT32]</p> <p>Eine Möglichkeit diese potenziellen Risiken und Störfaktoren zu reduzieren ist durch den Einsatz eines Supply Chain Monitorings. Jedoch bestehen Hemmnisse in der Umsetzung des Ansatzes, die dazu führen, dass Überwachungsmöglichkeiten blockiert werden. So sind neben der Problematik der Datenübertragung auch die bestehende Skepsis mit anderen Akteuren Daten zu teilen hemmend. [CRT31]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           | <p>Das Supply Chain Monitoring ist ein Ansatz der darauf ausgerichtet ist, die kontinuierliche Überwachung der Wertschöpfungskette beginnend bei der Beschaffung der Rohstoffe bis zur Produktion zu gewährleisten. Diesbezüglich werden technologische Ansätze wie IoT, Sensoren sowie künstliche Intelligenz eingesetzt, um Bewegungen von Waren in Echtzeit zu verfolgen, Daten zu sammeln sowie Analysen durchzuführen um die Lieferkette effizienter zu gestalten. [CRT33] Darüber hinaus schafft GAIA-X die erforderliche Infrastruktur, um alle relevanten Akteure in dem Prozess der Wertschöpfungskette zusammenzubringen. Basierend auf GAIA-X Grundprinzipien behält der Datenerheber die Datenhoheit und kann selbstständig bestimmen, wer Zugriff auf die jeweiligen Daten hat. [CRT34]</p> <p>Allgemein werden durch die Implementierung eines Supply Chain Monitorings und folglich einer verbesserten Sichtbarkeit in der Lieferkette Risiken wie Fehlentscheidungen, übermäßige Lagerbestände, Bullwhip-Effekte und Gewinnrisiken minimiert [CRT29].</p> |
| Vollständige Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Der Use Case „Supply Chain Monitoring“ beschreibt den Ansatz der Überwachung und Steuerung der gesamten Lieferketten und dessen dazugehörigen Prozesse [CRT29].</p> <p>Zu Beginn des Use Cases werden Metadaten, die Informationen über Lieferanten, Produktionsstätten, Transportwege, Lagerbestände oder Lieferzeiten enthalten, in Echtzeit aus verschiedenen Quellen innerhalb der Lieferkette mittels ERP-Software, IoT-Sensoren oder GPS-Systemen erfasst und innerhalb eines Data Spaces gespeichert [CRT33] [CRT36].</p> <p>Neben den herkömmlichen Lieferketteninformationen werden darüber hinaus auch Nachhaltigkeitsdaten innerhalb des Data Spaces erfasst. Diese Nachhaltigkeitsdaten können unter anderem Daten zu Lieferantenpraktiken, Umweltauswirkungen, Arbeitsbedingungen und sozialen Verantwortlichkeiten beinhalten. [CRT65] Der Data Space basiert dabei auf den GAIA-X Richtlinien und gewährleistet, dass Akteure die Datenhoheit über ihre eigenen Daten behalten [CRT34]. Basierend auf den jeweiligen Zugriffsrechten können die jeweiligen Daten in Echtzeit in Relation zueinander gesetzt werden und folglich analysiert werden. Mittels der Nachhaltigkeitsdaten können beispielsweise Fabrikbetreiber die Nachhaltigkeitsbestrebungen der Lieferanten im Data Space einsehen und ermöglichen folglich eine transparente Bewertung der Nachhaltigkeitsleistungen. Mit diesem Wissen können die Fabrikbetreiber Nachhaltigkeitsberichte erstellen und, um die Nachverfolgbarkeit und Dokumentation sicherzustellen, im Data Space bereitstellen. Die verbleibenden Metadaten werden mittels fortschrittlichen Analysetools, Algorithmen sowie künstlicher Intelligenz analysiert. [CRT66][CRT67] Als Referenz werden dabei verschiedene Metriken und Leistungskennzahlen (KPIs) betrachtet, sodass Prognosen über Nachfrageänderungen und Engpässe getätigt sowie Lagerbestände und Lieferzeiten überwachen werden können [CRT30].</p> <p>Implementierte Frühwarnsysteme geben anschließend automatisch Warnungen an das Unternehmen ab, wenn es zu Veränderungen in der Lieferkettenprozessen kommt. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Datenanalyse dienen als Grundlage für kontinuierliche Verbesserungen in der Lieferkette. Unternehmen können ihre Prozesse optimieren, Ressourcen besser verwalten und Kosten senken. Zudem kann die Transparenz in der Lieferkette gesteigert werden, sodass auch die ökologische sowie soziale Verantwortung eines Unternehmens gewährleistet wird. [CRT66] [CRT67]</p> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

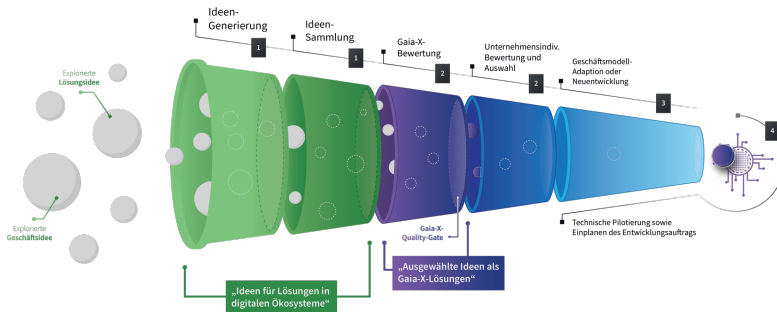
Abbildung 3.6: Beispielhafter Auszug eines Steckbriefs: Use Case-Cluster „Supply Chain Monitoring“

Über die in Abbildung 3.6 dargestellten Informationen hinaus, wurden für den jeweiligen Anwendungsfall die erforderlichen Basistechnologien (z. B. digitale Zwillinge), alle Interoperabilitätsanforderungen (technisch, semantisch und pragmatisch) sowie die erforderlichen Interaktionen bzw. Kommunikationsflüsse zwischen den interagierenden Akteuren erfasst. Zudem enthalten die Steckbriefe eine Übersicht aller Projekte und Initiativen, die eine Implementierung des jeweiligen Anwendungsfalls erproben.

Zusammenfassend umfassen die Steckbriefe alle verfügbaren Informationen und Eigenschaften der vorgestellten Anwendungsfälle auf einem hohen Abstraktionslevel, um Unternehmen eine Entscheidungsfindung im Hinblick auf die geschäftliche als auch technische Integration von Gaia-X und Datenräumen zu ermöglichen.

### 3.3.3 Von der Gaia-X-Idee zum Gaia-X-Entwicklungsauftrag

Um die Potenziale von Gaia-X zu erschließen, müssen KMU geeignete Anwendungen entwickeln. Zur Unterstützung der Erarbeitung solcher Anwendungen, die neben den strukturellen Eigenschaften von Gaia-X auch den spezifischen Unternehmenskontext berücksichtigen müssen, wurde eine Methode ausgearbeitet. Die Schritte des zugehörigen Vorgehens erstrecken sich von den frühen Phasen der Ideenfindung über die Bewertung und Auswahl von Ideen bis hin zur Geschäftsmodellentwicklung und Aufbereitung von Entwicklungsaufträgen für die Umsetzung (s. Abb. 3.7).



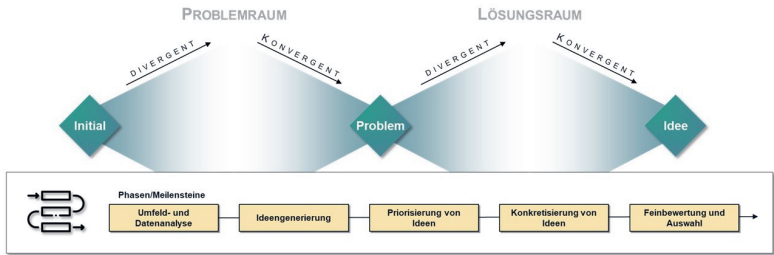
**Abbildung 3.7:** Gaia-X Ideentrichter – von der Idee zum Entwicklungsauftrag

#### Methode zur Ideengenerierung und Ideensammlung für Lösungen in digitalen Ökosystemen

Um die spezifische Struktur von Datenökosystemen bereits bei der Ideenfindung zu berücksichtigen und damit geeignete Ideen für Gaia-X zu entwickeln, wurde eine Methode zur Ideenfindung entwickelt. Diese wurde am Beispiel digitaler Services im Kontext cyber-physischer Systeme in Datenökosystemen erarbeitet. Bei der Entwicklung der Methode wurden zwei grundlegende Ansätze berücksichtigt, der Design Thinking Prozess nach SCHMIDBERGER und WIPPERMANN [11] und der Ideentrichter nach GAUSEMEIER ET AL. [12]. In Anlehnung an den Design Thinking Prozess unterscheidet die Methode zwischen einem Problem- und Lösungsraum. Diese Unterscheidung spiegelt sich auch in der grafischen Darstellung der Methode wider (s. Abb. 3.8). Der Fokus der beschriebenen Schritte der Methode liegt auf der Ideengenerierung, Ideensammlung und der Ideenbewertung.

Um die Ideenfindung zu unterstützen, werden zur Durchführung der Methode Hilfsmittel und Werkzeuge zur Verfügung gestellt. Sie unterstützen bei der Problemraum-Analyse, der Charakterisierung und Wiederverwendung von Ideen im Kontext Datenräume, der Ideengewinnung sowie die Bewertung und Auswahl von Ideen.

Beispielhaft folgt eine kurze Erklärung zu den Hilfsmitteln, die die strukturierte Erfassung, Charakterisierung und Wiederverwendung von Ideen ermöglichen (s. Abb. 3.9). Diese Hilfsmittel unterstützen vor allem im Rahmen der Konkretisierung von Ideen, sowie der Ideengenerierung in darauffolgenden Ideenfindungsprozessen.



**Abbildung 3.8:** Ablauf der Methode basierend auf der Verknüpfung des Design Thinking Ansatzes mit dem Ideentrichter



**Abbildung 3.9:** Vorgehen zur Anwendung der Hilfsmittel zur strukturierten Erfassung und Charakterisierung sowie Wiederverwendung von Ideen

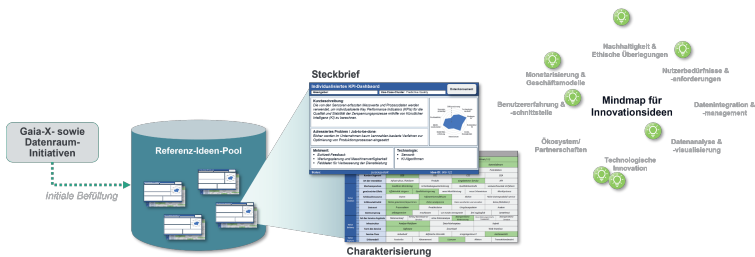
Im ersten Schritt werden die Ideen zur Nutzung eines Datenraums erfasst und gesammelt. Mit Hilfe von Ideensteckbriefen können Ideen basierend auf wesentlichen Merkmalen und Informationen strukturiert werden [13–16]. Ergänzend zu klassischen Merkmalen aus der Innovationsmanagementliteratur, wurde bspw. das Ideenmerkmal "Rolle im Datenraum" eingefügt. Mit diesem können direkt auf dem Ideensteckbrief die möglichen Rollen Datenkonsument, -lieferant und Datenraumförderator und mögliche Geschäftspartner, die diese Rollen übernehmen, dokumentiert werden (s. Abb. 3.10). Im zweiten Schritt ist basierend auf dem Ansatz von NICKERSON ET AL. [17] eine Taxonomie entwickelt worden, die die Vergleichbarkeit von mehreren Ideen und damit die Wahl zwischen mehreren Alternativen erleichtert. Dazu unterscheidet die Taxonomie zwischen kennzeichnenden Charakteristika des Datenraums (z. B. ist dieser öffentlich zugänglich oder privat), wie Geschäftswert durch den Datenraum geschaffen wird (z. B. Teilen von Daten zwischen Geschäftspartnern) und wie der Geschäftswert zur Verfügung gestellt wird (z. B. über eigene bestehende IT-Systeme oder neue datenraumspezifische IT-Systeme) (s. Abb. 3.10). Der dritte Schritt der Anwendung der entwickelten Hilfsmittel unterstützt die Verwaltung eines unternehmensinternen Referenz-Ideenpools. Dieser soll sicherstellen, dass Ideen, die zunächst vom Unternehmen zurückgestellt worden sind, bei gegebener späterer Relevanz wieder in den Innovationsprozess eingeführt werden können [12]. Es empfiehlt sich dazu das Format der bereits erwähnten Ideensteckbriefe zu nutzen. Das Management der Ideensteckbriefe des Referenz-Ideenpools sollte in geeigneten Datenbanksystemen oder vergleichbaren Formaten stattfinden [13]. Aufbauend auf den im Referenz-Ideenpool dokumentierten Ideen vorausgegangener Ideenfindungsprozesse kann der Ideenpool in darauffolgenden Ideenfindungsprozessen als ergänzendes Hilfsmittel zusammen mit weiteren Methoden genutzt werden (s. Abb. 3.11). Der Referenz-Ideenpool bildet damit ein zentrales Element der Ideengenerierung und Ideensammlung für die Entwicklung von Gaia-X-Ideen. Die initiale Befüllung des Referenz-Ideenpools ist basierend auf der Analyse von verbreiteten Datenraum-

Anwendungsfällen (s. [3]) im Projekt erfolgt. Somit steht für die initiale Durchführung der drei Schritte bereits Lösungswissen im Referenz-Ideenpool zur Verfügung.

| Individualisiertes KPI-Dashboard                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                      | Use-Case-Cluster: Predictive Quality |  | Datenkonsument             |                                   |                            |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Ideengeber:                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
| <b>Kurzbeschreibung:</b><br>Die von den Sensoren erfassten Messwerte und Prozessdaten werden verwendet, um individualisierte Key Performance Indicators (KPIs) für Qualität und Stabilität der Zerspanungsprozesse mithilfe von KI-Intelligenz (KI) zu berechnen. |                                                                                                                                                                      |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
| Europäer                                                                                                                                                                                                                                                          | Charakteristika                                                                                                                                                      | Ausprägung                           |  |                            |                                   |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.1 Exklusivität                                                                                                                                                     | Öffentlich (1:n)                     |  | Privat (1:1)               |                                   |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.2 Rolle                                                                                                                                                            | Datenkonsument                       |  | Förderer                   | Datenlieferant                    |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.3 Datenbesitzer                                                                                                                                                    | Eigene Daten                         |  | hergeleitet, ungenutzt     | Fremddaten                        |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.4 Kunden-Segment                                                                                                                                                   | B2B                                  |  | B2C                        | B2A                               |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.5 Art der Interaktion                                                                                                                                              | Infrastruktur, Plattform             |  | Produkt                    | empfehlerte Service               |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.6 Wertversprechen                                                                                                                                                  | Condition Monitoring                 |  | Entscheidungsunterstützung | Qualitätskontrolle                | voranschauen durchführen   |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.7 gewünschter Effekt                                                                                                                                               | Effektivität steigern                |  | Qualitätssteigerung        | neue Erkenntnisse                 | Marktpotenzial             |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.8 Schlüsselressource                                                                                                                                               | Daten                                |  | Informations/Wissen        | Aktion                            | Multi-Device/Cloud/Service |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.9 Schlüsselaktivität                                                                                                                                               | Daten generieren/organisieren        |  | Daten analysieren          | Daten verarbeiten und analysieren | Keine (Bereitungen)        |                     |
| Weltweit                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.10 Kanalwart                                                                                                                                                       | Prozessdaten                         |  | Produktaktionen            | Andere                            |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.11 Datenanwendung                                                                                                                                                  | selbstgeneriert                      |  | Produkt                    | Verkauf dienstleistungsorientiert |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.12 Art des Service-Angebots                                                                                                                                        | Datenverkauf                         |  | keine Datenanalyse         | keine Datenanalyse                |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.13 Infrastruktur                                                                                                                                                   | Analysen-Plattformen                 |  | keine Datenanalyse         | Hybrid                            |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.14 Form des Service                                                                                                                                                | Software                             |  | Download                   | Web-Interface                     |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.15 Service-Fluss                                                                                                                                                   | individuell                          |  | abfertigte Intervalle      | erwünsigt/zeitwert                | kontinuierlich             |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.16 Erlösmodell                                                                                                                                                     | kostenlos                            |  | Abonnement                 | Lizenz                            | Mieten                     | Transaktionsbasiert |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Adressiertes Problem / Job-to-be-done:</b><br>Bisher werden im Unternehmen kaum kennzahlen-basierte Verfahren zur Optimierung von Produktionsprozessen eingesetzt |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Mehrwert:</b><br>• Echtzeit-Feedback<br>• Wartungsplanung und Maschinenverfügbarkeit<br>• Felddaten für Verbesserung der Dienstleistung                           |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Technik:</b><br>• Sensoren<br>• KI-Algorithmen                                                                                                                    |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
| <b>Status:</b> zurückgekauft Idee-ID: 606-122                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                      |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
| <b>Steckbrief</b> zur umfassenden, prägnanten Beschreibung                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                      |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |
| Taxonomie zur eindeutigen Identifizierung und Abgrenzung                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                      |                                      |  |                            |                                   |                            |                     |

Taxonomie zur eindeutigen Identifizierung und Abgrenzung

**Abbildung 3.10:** Detailsicht der Struktur der Ideensteckbriefe und der entwickelten Taxonomie



**Abbildung 3.11:** Kombination aus Referenz-Ideenpool mit ausgefüllten Steckbriefen inkl. Zuordnung zur entwickelten Taxonomie und Mindmap für Innovationsideen in der Phase der Ideengenerierung

Ergänzend zu den beschriebenen Hilfsmitteln ist ein übergeordnetes Vorgehensmodell für die Ideengenerierung, Ideensammlung und Ideenbewertung entwickelt worden (s. Abb. 3.12). Zusammen mit der Nutzung der entwickelten Hilfsmittel bildet das Vorgehen zur Ideenfindung und -sammlung die erste Phase des Ideentrichters und damit die Basis für die Gaia-X-Bewertung (s. Abb. 3.7).

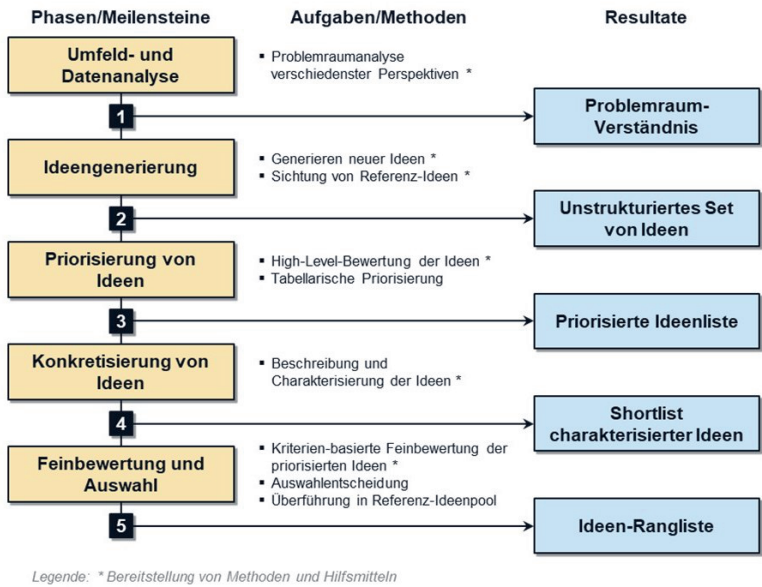


Abbildung 3.12: Vorgehensmodell zur Ideenfindung

### Methode zur Gaia-X-Bewertung und unternehmensindividuellen Auswahl

Phase 2 des Ideentrichters befasst sich mit der Bestimmung des Fits zu Gaia-X und der Evaluation der Anwendungsideen. Hierzu umfasst es geeignete Gaia-X spezifische Evaluationskriterien. Für die Entwicklung des Evaluationswerkzeugs, wurden zunächst grundlegende Begriffe wie "Daten", "Informationstechnologie", "Anwendungsidee" und "Evaluationswerkzeug" definiert sowie die Gaia-X-Architektur analysiert. Es folgte eine Typisierung relevanter Lösungsmodelle und die Betrachtung von Methoden zur Ideenbewertung. Auf Basis dieser Analysen wurden Anforderungen an den Entwicklungsprozess des Werkzeugs formuliert.

Für einen praxisnahen Einsatz wurden das Evaluationsmodell und die Kriterien so gewählt, dass sie realitätsnah, wirtschaftlich und benutzerfreundlich sind. Die Evaluationskriterien weisen qualitative Merkmale auf, die eine fundierte Beurteilung der Eignung von Anwendungsideen für Gaia-X ermöglichen. Dabei werden sowohl KO-Kriterien als auch Priorisierungskriterien betrachtet. Die Kriterien sind überschneidungsfrei und betrachten die Anwendungsideen ganzheitlich, wodurch eine klare Bewertung möglich wird. [13, 18, 19]

Schließlich sind die Evaluationskriterien auch so formuliert, dass sie für jegliche Anwendungsideen anwendbar sind. [20, 21]

#### Das Gaia-X Value Canvas

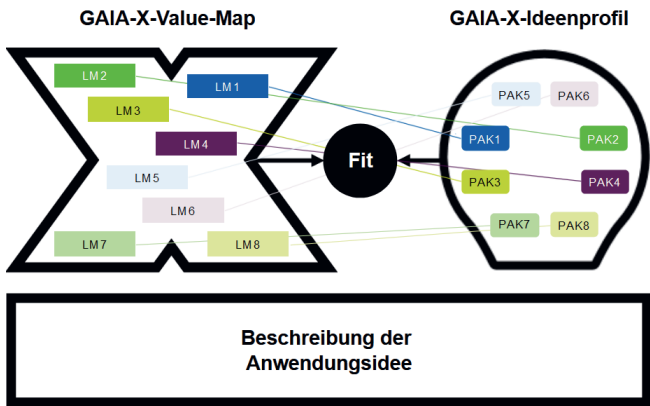
Das angestrebte Evaluationswerkzeug wurde als Gaia-X-Value-Canvas umgesetzt. Hier muss der Nutzer die Anwendungsidee kurz als Fließtext in einem "Ideenprofil" beschreiben. Anschließend wird beurteilt, welche Problem- und Aufgabenkomplexe (PAK) die Anwendungsidee adressiert (s. Abb. 3.13). Ein PAK bezeichnet eine Gruppe verwandter Herausforderungen der Anwendungsidee, die durch

spezifische Lösungsansätze im Gaia-X-Ökosystem adressiert werden können. Mithilfe detaillierter Fragen kann der Nutzer beurteilen, welche der acht gegebenen PAK seine Anwendungsidee umfasst. Hieraus lässt sich schließen, welche übergeordneten Lösungsansätze für die Lösung und Bewältigung der bei der Anwendungsidee anfallenden Aufgaben und Problemen geeignet sind. Dazu wurden die Lösungsansätze in folgende Lösungsmodelle (LM) systematisiert:

- **Portable Gaia-X-Dienste** bieten Unternehmen Flexibilität und digitale Selbstbestimmung, indem sie den einfachen Wechsel zwischen Cloud-Anbietern ermöglichen, Vendor-Lock-in vermeiden und die Kontrolle über Datenstandorte mit strengen Datenschutzstandards sicherstellen.
- **Interoperable Gaia-X-Dienste** ermöglichen eine nahtlose Zusammenarbeit und Integration verschiedener Angebote im Gaia-X-Ökosystem, fördern die Datenkonsistenz und erleichtern maßgeschneiderte Cloud-Lösungen durch Standards und Protokolle.
- **Vertrauen in Gaia-X-Teilnehmer und -Dienste:** Das Gaia-X-Trust-Framework gewährleistet durch verifizierbare Selbstbeschreibungen, einheitliche Sicherheitsstandards und Gaia-X-Labels Vertrauen, Sicherheit und Rechtskonformität für digitale Geschäftsbeziehungen, sodass Unternehmen sicher und datenschutzkonform innerhalb des Gaia-X-Ökosystems agieren können.
- **Sicherstellen von Kontrolle und Datensouveränität:** Gaia-X ermöglicht Unternehmen durch anbieter- und konsumentenseitige Nutzungsrichtlinien umfassende Kontrolle und Datensouveränität über ihre in der Cloud gespeicherten Daten, wodurch Datenschutzverletzungen und Kontrollverluste effektiv vermieden werden können.
- **Zugang zu Cloud-Computing-Infrastrukturen und Zukunftstechnologien:** Gaia-X bietet Unternehmen einen sicheren Zugang zu Cloud-Computing und Zukunftstechnologien, fördert die Zusammenarbeit, gewährleistet europäische Datenschutzstandards und erleichtert so rechtskonformes Wachstum, Effizienzsteigerung und technologische Akzeptanz.
- **Kollaborations- und Innovationsmöglichkeiten:** Das Gaia-X-Ökosystem fördert durch eine gemeinsame, interoperable Infrastruktur auf Daten-, Infrastruktur- und Anwendungsebene die Kollaboration und Innovation zwischen Unternehmen, erleichtert den Wissensaustausch und ermöglicht Kosteneinsparungen sowie gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit.
- **Schaffung eines Level-Playing-Field:** Gaia-X schafft eine vertrauenswürdige und souveräne digitale Infrastruktur für Europa, indem es transparente Rahmenbedingungen und faire Vertragsstandards etabliert, KMU unterstützt und gleiche Wettbewerbsbedingungen sowie einen offenen Datenmarkt fördert.
- **Schaffung von Parametern für die Datenbereitstellung und Datenverfügbarkeit:** Gaia-X fördert durch die Schaffung eines vertrauenswürdigen Datenrahmens und Standards den effizienten Datenaustausch, bricht Datensilos auf, ermöglicht die Nutzung bislang ungenutzter Daten und legt so die Basis für innovative Anwendungen und Technologien im Datenmanagement.

Von der Anzahl der Gaia-X Lösungsansätze, die für die Anwendungsidee geeignet sind, wird dann geschlossen, wie geeignet die Anwendungsidee für Gaia-X ist (wie gut der Fit ist).

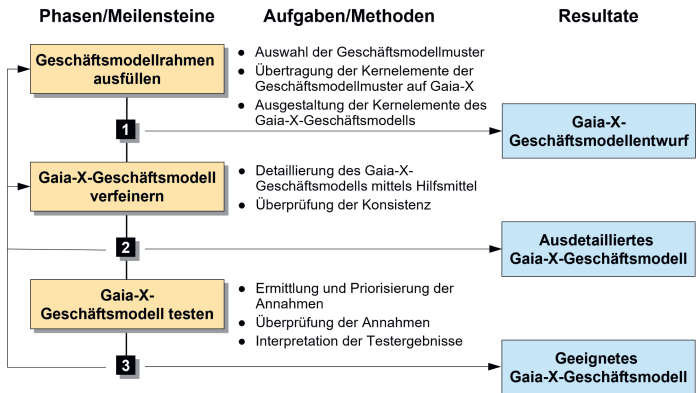
Abschließend wurde das Evaluationswerkzeug durch einen Gaia-X-Anwendungsfall validiert, der eine hohe Eignung zeigte. Das Werkzeug erwies sich als tauglich, da es nachvollziehbare Ergebnisse lieferte. Weitere Forschung wird jedoch benötigt, um das Werkzeug in der Praxis zu testen und anzupassen. Beispielsweise könnten die Gewichtung der Evaluationskriterien und die Durchführung einer differenzierten Nutzwertanalyse in zukünftigen Versionen angepasst werden, um flexibler auf Umweltbedingungen einzugehen und genauere Ergebnisse zu erzielen.



**Abbildung 3.13:** Der Gaia-X-Value-Canvas (LM=Lösungsmodell; PAK=Problem-Aufgabenkomplex)

**Methode zur Geschäftsmodelladaption oder -neuentwicklung**

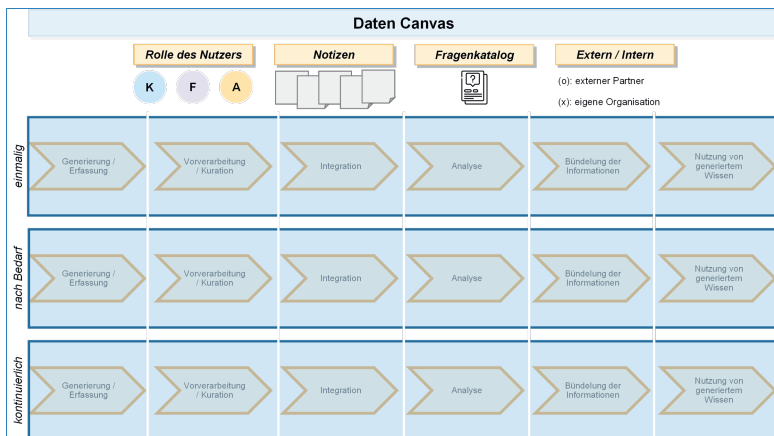
Die zuvor betrachtete Evaluationsmethode ist ein essenzieller Schritt auf dem Weg zu Gaia-X-Geschäftsmodellen, da eine vorgelagerte Prüfung der Kompatibilität von Anwendungsidee und Gaia-X-Ökosystem Unternehmen proaktiv bei der Einschätzung der Gaia-X-Konformität unterstützt. Für die Geschäftsmodellentwicklung gibt es in Gaia-X Werkzeuge und Rahmenbedingungen, wie z. B. Akteurskonstellationen. Um die Struktur von Gaia-X in der Geschäftsmodellentwicklung in den Fokus zu setzen und die Skalierbarkeit der Geschäftsmodelle sicherzustellen, wurde ein Vorgehensmodell speziell für die Entwicklung von Gaia-X Geschäftsmodellen ausgearbeitet, welches aus drei zentralen Phasen besteht (s. Abb. 3.14).



**Abbildung 3.14:** Vorgehensmodell der Methode zur Entwicklung von Gaia-X-Geschäftsmodellen

Die erste Phase fokussiert das Ausfüllen des Geschäftsmodellrahmens, welcher den Gaia-X-Canvas beinhaltet und somit auf die spezifischen Anforderungen des Gaia-X-Ökosystems adaptiert ist. Hierbei werden die im Rahmen des Projekts ausgearbeiteten Geschäftsmodellmuster (s. Sektion 3.3.2) verwendet.

Anschließend wird das Geschäftsmodell in der zweiten Phase unter Verwendung von Hilfsmitteln, die jeweils die Themenschwerpunkte Strategie, KPIs, Ökosystem und Daten fokussieren, weiter verfeinert. Ein Hilfsmittel ist das Daten Canvas, welches in Anlehnung an die Forschung von AZKAN ET AL. [22] erarbeitet wurde. Der Daten Canvas ermöglicht eine strukturierte Erfassung und Analyse der Datenwertschöpfungskette. Die benötigten Ressourcen werden dabei ausgehend von ihrer Erfassung bis hin zur Anwendung des generierten Wissens systematisch identifiziert. Zusätzlich unterscheidet der Daten Canvas zwischen den drei Stakeholdern Anbieter, Konsument und Förderator und kennzeichnet interne und externe Aktivitäten und Ressourcen. Die für die Wertschöpfung benötigten Aktivitäten und Ressourcen werden zudem bezüglich ihrer Frequenz in drei Dimensionen strukturiert: einmalig, nach Bedarf, kontinuierlich. Ein in Anlehnung an AZKAN ET AL. [22] entwickelter Fragenkatalog, der auf den einzelnen Schritten des Datenwertschöpfungsprozesses basiert, unterstützt die Anwender mittels strukturierter Fragen bei der Füllung des Daten Canvas (s. Abb. 3.15).



**Abbildung 3.15:** Adaptierte Daten-Canvas für den Schritt "Geschäftsmodell verfeinern"

Zusätzlich zu der Verfeinerung des Geschäftsmodells beinhaltet die zweite Phase auch die Prüfung der logischen Stimmigkeit des Geschäftsmodells und eine Evaluation der Interdependenzen zwischen den Geschäftsmodellkomponenten.

In der dritten und letzten Phase wird das ausdetaillierte Geschäftsmodell getestet. Dabei werden die Annahmen, die dem Geschäftsmodell zugrundeliegen, basierend auf ihrer Testbarkeit und ihrer Relevanz für das Geschäftsmodell priorisiert. Anschließend werden die Annahmen getestet und die Testergebnisse ausgewertet. Bei der Feststellung von Schwächen wird das Geschäftsmodell angepasst, um seine praktische Umsetzbarkeit zu gewährleisten.

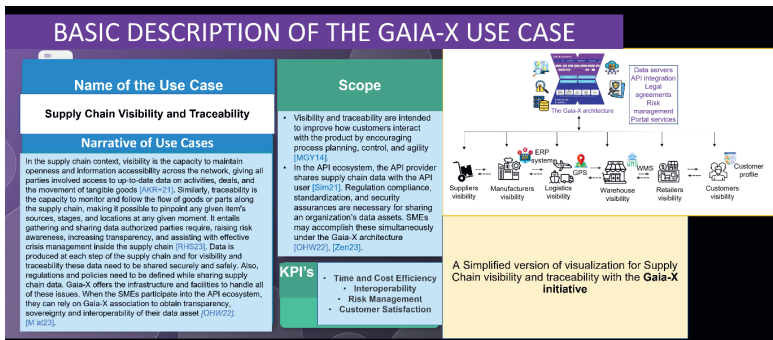
Die beschriebene Vorgehensweise ist iterativ anzuwenden, um im dynamischen Kontext von Gaia-X den Anforderungen an ein geeignetes Geschäftsmodell gerecht zu werden und flexible Anpassungen zu erlauben, die auf veränderten externen Rahmenbedingungen oder neuen Erkenntnissen basieren können.



- **Akteure und Rollen:** Listet beteiligte Akteure (Datenkonsument, -lieferant, Förderator) und ihre Rollen
- **Key Performance Indicators (KPIs):** Erfolgskennzahlen wie Zeit- und Kosteneffizienz, um die Wirksamkeit des Use Cases zu messen
- **Use-Case-Diagramme:** Visualisieren die Datenflüsse und Interaktionen innerhalb der Gaia-X-Umgebung

Für Beispiel-Use-Cases im Themenbereich Wertschöpfungsnetzwerke ist das Use-Case-Template ausgefüllt und erfolgreich getestet worden.

**Ausgefülltes Use-Case-Template am Beispiel Supply Chain Visibility and Traceability:** Dieser Use Case erhöht die Transparenz und Nachverfolgbarkeit durch Echtzeitinformationen zu Produktions-, Lager- und Transportprozessen. Mit APIs wird eine sichere Datenfreigabe innerhalb des Netzwerks ermöglicht, wobei die Datenhoheit bei den Akteuren bleibt (s. Abb. 3.17).



**Abbildung 3.17:** Ausgefülltes Use-Case-Template am Beispiel Supply Chain Visibility and Traceability

### 3.3.4 Die Spezifikation von Gaia-X Anwendungen

#### Architekturstandards

Im Kontext des Themenfeldes Architekturstandards sind vor allem Aspekte der Wiederverwendung des Wissens einzelner technischer Umsetzungen der Anwendungsfälle relevant, vgl. [24]. (IT-)Architekturstandard ist ein Sammelbegriff für alle Aspekte der IT in einer Organisation – ob nun statisch in Form von Hardware oder dynamisch in Form von Software. Hierfür haben sich in anderen Domänen so genannte Referenzarchitekturen als Dokumentationsstandard bzw. Blaupausen etabliert. Insbesondere im Kontext der Integration von OT (Operational Technology) mit IT (Information Technology) ist die Interoperabilität der Datenprozesse im Fokus dieser Architekturen [25]. Im Smart Grid hat sich beispielsweise das so genannte SGAM – Smart Grid Architecture Model etabliert.

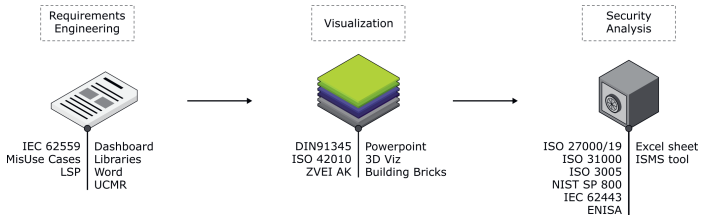
Das SGAM und seine Methodik sollten ursprünglich dazu dienen, das Design und die Technologien von Smart Grid-Anwendungsfällen sowohl architektur- als auch technologie-neutral zu (re-)präsentieren [10] – eine Anforderung, die es auch in InGAIA-X gibt. Darüber hinaus ermöglicht die dreidimensionale Sichtweise eine Trennung der verschiedenen Sichtweisen in der Systementwicklung. Das SGAM musste für praktische Zwecke entwickelt werden. Im Versorgungsbereich hatten die Anbieter ein Monopol auf den Verkauf monolithischer Systeme an ihre Kunden, die aufgrund ihrer gesicherten Einnahmen in Form

von regulierten Unternehmensgewinnen gewohnt waren, hohe Preise zu zahlen. Mit der Energiewende führte ein neues Betriebsparadigma zu einer Vielzahl neuer Schnittstellen zu verteilten Systemen, Sensoren, erneuerbare Einspeiser und mehr Betriebsdaten, die aufgrund von Betriebsoptimierungserfordernissen gesammelt werden. Das Thema Smart Grid kam auf. Die Versorgungsunternehmen waren nicht bereit für das neue IT-Paradigma und die benötigten Technologien und die daraus resultierenden Anforderungen. Ihre IT-Abteilungen verfügten zumeist nur über geringe Kenntnisse in den Bereichen konzeptionelle Modellierung, Management von Unternehmensarchitekturen, Systemtechnik und serviceorientierte Architekturen, da sie sich bei schlüsselfertigen Lösungen in der Regel auf Integratoren, OEMs (Original Equipment Manufacturer) und Anbieter verließen. Benutzerdefinierte Schnittstellen, die auf neuen Benutzeranforderungen für neue Geschäftsprozesse basieren, wurden zu einer Herausforderung. Es existierten keine domänenspezifischen Unified Modeling Language (UML)-Tools, PowerPoint und Visio waren die Mittel der Wahl für die Modellierung von IT-Landschaften und es wurde kein Wert auf eine standardisierte Semantik und Syntax gelegt. Die Einführung der Modellierung für Smart Grids erforderte also das Erlernen aller domänenspezifischen Anforderungen, proprietärer Werkzeuge und Prozesse für den mit Informatik vertrauten Integrator. Der Fokus musste auf einer Methode liegen, die ihre theoretische Grundlage (z. B. der ISO / IEC 42010 Meta-Modellierung für Architekturen Standard) verbirgt und den Aspekt des organisatorischen Umfangs, der IT-Ebene und der Wertschöpfungskette für den Stakeholder beim Energieversorger nachvollziehbar macht. Generell war der Weg von einer einfachen Anwendungsfallvorlage mit einem iterativen (und ggf. agilen) Prozess zur Codegenerierung unter Berücksichtigung des begrenzten Modellierungshintergrunds der Stakeholder und ihrer Domänenanforderungen notwendig.

Das SGAM besteht aus fünf konsistenten und kanonisch verwendeten Schichten, die Anwendungsfälle, Informationsmodelle, Kommunikationsprotokolle und Komponenten darstellen [26]. Jede Schicht deckt eine so genannte Smart Grid-Ebene ab, die von Domänen (der Wertschöpfungskette) aufgespannt wird. Die Absicht des Referenzbezeichnungsmodells ist es, die Darstellung des aktuellen Stands der Implementierungen im elektrischen Stromnetz zu ermöglichen, aber auch die Entwicklung zu zukünftigen Smart Grid-Szenarien darzustellen, indem es in seinem Kern die Prinzipien der Erweiterbarkeit, Skalierbarkeit und Aufrüstbarkeit unterstützt. Die im SGAM modellierten Bereiche berücksichtigen hauptsächlich die Energieumwandlungskette. Die Hierarchie der Verwaltung und des Betriebs von Energiesystemen aus Sicht der Automatisierung und der Organisationsebene der Versorgungsunternehmen wird im SGAM durch die Definition weiterer Bereiche widergespiegelt. Schließlich definiert das SGAM als eine wichtige Anforderung an verteilte Systeme sogenannte Interoperabilitätsschichten [27], die auf dem GWAC (GridWide Architecture Council) IOP (Interoperability)-Stack basieren. In diesem Zusammenhang sind im System Engineering verschiedene neue SGAM-basierte Modelle entwickelt worden. Diese Modelle konzentrieren sich auf das Home and Building Architecture Management (HBAM), das so genannte Smart City Infrastructure Architecture Model SCIAM, das Electric Mobility Architecture Model (EMAM), das Maritime Architecture Framework (MAF) und natürlich das RAMI 4.0, das in URANOS-X ausgewählt wurde, eine Begründung hierzu findet sich später im Abschnitt.

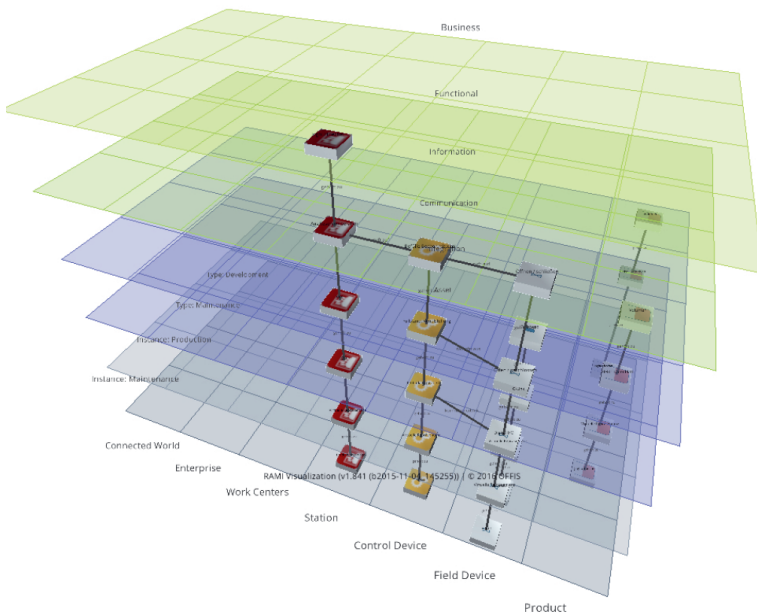
Der RAMI Ansatz trägt der Notwendigkeit Rechnung, die Anforderungserhebung besser zu strukturieren [28]. Ferner ermöglicht das RAMI 4.0 Modell es auch, geeignet Operational Technology (OT) Datenquellen, welche heutzutage in Verwaltungsschalen gekapselt sein können, zu modellieren und auf der übergeordneten IT (Information Technology) Ebene diese Prozessdaten wiederum mittels Gaia-X Diensten in einem Datenraum zur Verfügung zu stellen. Datenräume können dann auf dem Business oder Function Layer modelliert werden.

Durch eine strukturierte Anforderungserhebung mit Hilfe eines IEC 62559 Templates oder auch einem Business Model Canvas kann sichergestellt werden, dass genügend Informationen erhoben werden, um ein RAMI 4.0-Architekturmodell eines (technischen) Industrie 4.0-Anwendungsfalls zu erstellen. Beide Werkzeuge nutzen das gleiche ISO/IEC 42010-Metamodell und sind aufeinander abgestimmt (vgl. Abbildung 3.18). Mit der gesicherten Datenqualität können die technischen Lösungen und ihre



**Abbildung 3.18:** Anforderungsmanagement zu Architekturmodellierung

inhärente Architektur für Diskussionen mit den Beteiligten oder für graphische Analysen visualisiert werden. Schnittstellen, ausgetauschte Daten sowie Application Programming Interfaces (API) werden dokumentiert und zur Diskussion mit den Stakeholdern gestellt. Da dieser Schritt in einer frühen Phase eines Projekts stattfindet, senkt die Harmonisierung und Abstimmung der Anforderungen sowohl für funktionale als auch für nicht-funktionale Aspekte die Integrations- und Entwicklungskosten. Wichtige Informationen zu Schnittstellen und Datenaustausch wie technische Standards, Nutzlasten, Quality-of-Service, Uptime etc. können diskutiert und bewertet werden. Das RAMI 4.0 deckt andere Dimensionen ab als das SGAM, aber die ursprüngliche Methode und Toolchain kann an diese Änderungen angepasst werden.



**Abbildung 3.19:** RAMI 4.0 Visualisierung einer Joghurtbecherabfüllanlage

Das RAMI 4.0-Derivat des ursprünglichen SGAM-Domänenansatzes folgt typischerweise den Interoperabilitäts-Stack-Regeln für die technischen Lösungen, wie sie von SGAM definiert wurden, weil diese aus der Stakeholder-Perspektive einzunehmenden Gesichtspunkte in der Regel eine natürliche Passung für (technische) Entwicklungsprojekte im Kontext automatisierter Systems-of-Systems sind. Einige grundlegende Designregeln für die Modellierung der geplanten technischen Anwendungsfälle in den drei Dimensionen müssen befolgt werden, damit verschiedene Metriken, Styleguides und Werkzeuge mit dem neuen Modell arbeiten können. Der vorgestellte Ansatz macht sich die Tatsache zunutze, dass das RAMI viele grundlegenden Gestaltungsprinzipien mit dem SGAM teilt, wodurch eine Übertragung der SGAM-Visualisierung auf den Bereich Industrie 4.0 möglich wird. Dieser Abschnitt bietet eine sehr kurze Einführung in das RAMI-Modell und konzentriert sich dabei auf die wichtigsten Änderungen aus Sicht des Modellierungsparadigmas im Requirements Engineering und Domain Engineering.

Das Referenzarchitekturmodell für Industrie 4.0 (RAMI 4.0) ist das derzeit anspruchsvollste Derivat des SGAM, das vom ZVEI in Deutschland entwickelt wurde. Basierend auf dem diskutierten deutschen Industrie 4.0-Konzept ist der Hauptaspekt die Wiederverwendung des GWAC-Interoperabilitäts-Stacks, der die Automatisierungspyramide darstellt. Zusätzlich zu den Komponenten, Business, Funktion, Information, Kommunikation und Asset wird eine neue Schicht namens Integration (für die Industrie 4.0-Komponenten-Meta-Informationen und die Verwaltungsschale) eingeführt. Das Modell soll die verschiedenen Nutzerperspektiven auf das Thema Industrie 4.0 auf der Gesamtebene harmonisieren und ein gemeinsames Verständnis für die Stakeholder über die Beziehungen zwischen den einzelnen Komponenten für Industrie 4.0-Lösungen von verschiedenen Anbietern schaffen. Unterschiedliche industrielle Teilbereiche wie Automatisierung, Maschinenbau und Verfahrenstechnik müssen sich auf eine gemeinsame Sicht auf die Gesamtsystemlandschaft einigen. Die SGAM-Prinzipien für den Umfang der Lokalisierung von Standards werden in den RAMI-Paradigmen wiederverwendet, wobei auch RAMI 4.0 als Referenzbezeichnungssystem (siehe Abbildung 3.19) verwendet wird.

Im Kontext von URANOS-X hat sich in der Analyse das RAMI als geeignetes Modell zur Modellierung der Anwendungsfälle erwiesen. Kombiniert mit SysML (System Modeling Language) 2.1 bietet es passende Instrumente, Wissen verständlich aufzubereiten, vermitteln, aber vor allem auch als Referenz im Kontext Leader, Learner, Listener zu bewahren. Ferner ist der Bezug des RAMI im Kontext industrieller Fertigung und den dazugehörigen Daten gegeben, anders als beim SGAM ist das RAMI dabei sowohl geeignet, Blueprint Technologien als auch Instanzen in einem Reference Designation System abzubilden. Dies ermöglicht es, sowohl den Entwurf als auch das finale Produkt mit seinem Abweichungen zu modellieren und ggf. Varianten von Datenquellen etc. einzupflegen.

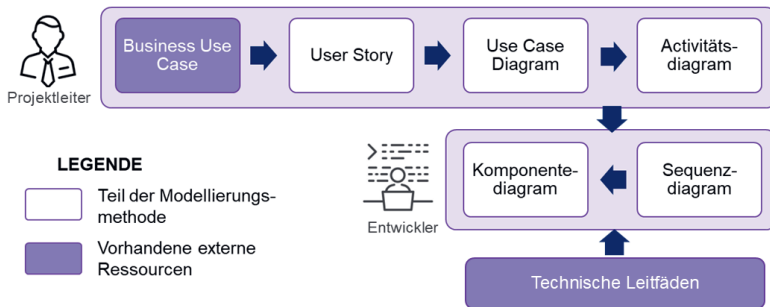
## Modellierungssprache & -methode

Die Kluft zwischen spannendem Anwendungsfall und konkreter technischer Umsetzung ist groß. Eine formale Spezifikation kann helfen, ein gemeinsames Verständnis zwischen technischen und geschäftlichen Akteuren zu schaffen, um eine reibungslose Umsetzung des anvisierten Anwendungsfalles zu ermöglichen. Eine solche formale Spezifikation von Datenräumen fehlt jedoch [29, 30], was die Umsetzung von Datenräumen erschwert. Aus diesem Grund wurde eine formale Spezifikation von Datenräumen durch die Entwicklung einer Modellierungsmethode mit SysML umgesetzt. Die entwickelte Modellierungsmethode kann sowohl von Projektmanagern als auch von Softwareentwicklern effektiv genutzt werden, um Datenräume besser zu verstehen und mit ihnen zu arbeiten.

Die Modellierungsmethode wurde wie folgt entwickelt: Zunächst wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um mögliche Modellierungssprachen zu identifizieren. Anschließend wurde ein Meta-Modell für Datenräume entwickelt und die für die Modellierung relevanten Elemente identifiziert. In einem iterativen Prozess wurden die erforderlichen Partialmodelle und ihre Reihenfolge definiert. Es wurden zwei Validierungssitzungen mit verschiedenen Teilnehmergruppen durchgeführt. Danach wurde die Anwendung der Methode bei der Entwicklung eines technischen Demonstrators angewandt.

Diese Schritte stellen sicher, dass die Methode sowohl aus geschäftlicher als auch aus technischer Sicht zweckmäßig angewendet werden kann.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass SysML am besten geeignet ist, um Interaktionen, Rollen und den Datenaustausch im Datenraum zu modellieren. Sie bietet einen strukturierten Ansatz für die Entwicklung und Integration komplexer Systeme. Abbildung 3.20 zeigt die Modellierungsmethode.



**Abbildung 3.20:** Modellierungsmethode für Systeme in Gaia-X

Sie eignet sich, um ein komplexes Szenario in eine konkrete Spezifikation aufzuschlüsseln. Die Methode beginnt mit der Identifizierung von Akteuren, Prozessen und Datensignalen. Für Datenräume sind dies geschäftliche Anwendungsfälle, in denen Datenräume implementiert werden sollen. Die vorgeschlagene Modellierungsmethode geht von einem geschäftlichen Anwendungsfall aus, in dem ein Datenraum spezifiziert werden soll. Dieser Geschäftsanwendungsfall enthält Prozesse, an denen mehrere Stakeholder partizipieren. In den Prozessen finden auch wichtige Dateninteraktionen statt. Die Modellierungsmethode leitet die Benutzer an, die Akteure, Prozesse und Dateninteraktionen mit Hilfe von vier SysML-Diagrammen klar zu spezifizieren. Für jeden Stakeholder, der in den Datenraum involviert ist, wird eine User Story erstellt, um Transparenz darüber zu schaffen, welche Daten mit wem ausgetauscht werden. Daraus ergeben sich die Akteure, die mit dem Datenraum interagieren, und die Aktionen, die sie ausführen. Diese Elemente werden dann als SysML-Usecase- und Aktivitätsdiagramme modelliert. Die Diagramme dienen der Entscheidungsfindung, insbesondere für Projektmanager, da sie ihnen helfen, den Umfang ihres Entwicklungsvorhabens abzuschätzen.

Softwareentwickler benötigen mehr technische Informationen, z. B. einen Architekturüberblick, ein detailliertes Verständnis von Datenflüssen und Integrationspunkten sowie genaue Definitionen von Schnittstellen und APIs. Dies hilft ihnen, genau zu verstehen, was zu entwickeln ist und wie es unter Berücksichtigung der Datenraumstandards entwickelt werden sollte. Hierzu werden die beiden vorangegangenen Diagramme und bestehende technische Leitfäden genutzt [31, 32]. Diese werden an dieser Stelle um Sequenzdiagramme ergänzt, die den detaillierten Datenfluss zwischen den Beteiligten oder Komponenten im Datenraum modellieren. Zur weiteren Unterstützung der Entwickler wird die Architektur des angestrebten Anwendungsfall im Datenraum anhand eines Komponentendiagramms modelliert. Die Modelle, die bei der beispielhaften Anwendung der Methode für die Entwicklung des technischen Demonstrators entstanden sind, finden sich in Abb. 3.21.

(a) Use Case Diagram

(b) Aktivitätsdiagramm

(c) Sequenzdiagramm

**Abbildung 3.21:** Beispiele für die für den Demonstrator erstellten Modelle

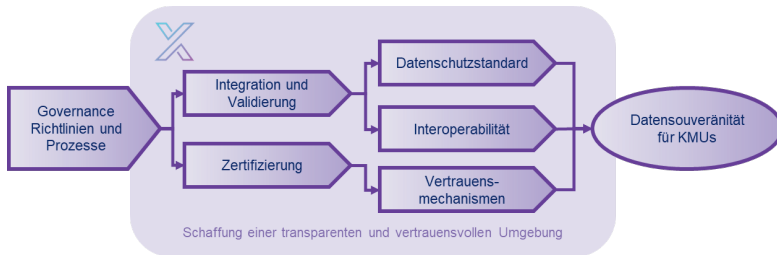
### 3.3.5 Integration & Validierung

Unternehmen stehen vor ähnlichen Herausforderungen bei der Integration und Analyse von Daten sowie deren Verarbeitung in einer einheitlichen Sprache und Struktur. Die Transformation und die Notwendigkeit, Interoperabilitätsvoraussetzungen zu berücksichtigen, machen eine strategische Ausrichtung für die weitere Entwicklung erforderlich. Es bedarf sowohl geeigneter Governance-Konzepte als auch einer Zertifizierung der Akteure, um die Einhaltung der festgelegten Standards und Richtlinien zu gewährleisten und die Konformität mit den Anforderungen von Gaia-X, insbesondere für KMU, sicherzustellen.

## Governance Konzept

Das Ziel des Governance-Konzeptes besteht darin, eine Übersicht und Struktur zu schaffen, die die zu berücksichtigenden Richtlinien, Prozesse und Aspekte für produzierende Unternehmen im Gaia-X Kontext aufzeigt. Im Rahmen einer Untersuchung von Gaia-X-Leuchtturmprojekten und Projekten im fortgeschrittenen Stadium wurden wesentliche Eigenschaften für die Struktur eines Governance-Konzeptes identifiziert. Hierbei wurden Gaia-X-konforme Prozesse sowie darin enthaltenen Richtlinien und Standards gegenübergestellt und auf ihre Relevanz hin überprüft. Die Ergebnisse daraus führten zur Herausarbeitung spezifischer Kriterien, die die Gaia-X-Konformitäten aufwiesen und das Governance-Konzept formten. Die folgende Abbildung 3.22 zeigt die Zusammensetzung des

Governance-Konzepts.



**Abbildung 3.22:** Governance-Konzept

Das Governance-Konzept besteht aus sechs aufeinander aufbauenden Kernelementen, die die Datensouveränität für KMU in einer transparenten und vertrauensvollen Umgebung sicherstellen sollen. Die Governanceprozesse im Kontext von Gaia-X beziehen sich auf strukturierte Abläufe und Mechanismen, die gewährleisten, dass die an der Gaia-X-Initiative beteiligten Unternehmen gemäß den definierten Richtlinien, Standards und Vorgaben handeln und die Umsetzung dieser Anforderungen kontrolliert erfolgt [33]. Darin werden die Definition von Verantwortlichkeiten und Rollen, regelmäßiger Audits, Berichterstattung, Überprüfungen und Kontrolle, das Risikomanagement, die Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Umsetzung von Richtlinien und die Festlegung von Standards sowie die kontinuierliche Verbesserung dieser auf der Grundlage von Erfahrungen und Veränderungen in der Umgebung berücksichtigt [34].

In der folgenden Abbildung 3.23 werden ausgewählte Prozesse dargestellt, die im Governance-Konzept berücksichtigt werden und aufzeigen, welche technischen Maßnahmen erforderlich sind sowie welche Gaia-X-Lösungen beziehungsweise entwickelten Werkzeuge in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen. Das Gaia-X Trust Framework schafft ein vertrauenswürdiges Umfeld, das die Risiken beim Austausch sensibler Daten minimiert, indem es Sicherheits- und Datenschutzanforderungen definiert. Es legt die Voraussetzungen für die Mitgliedschaft im Gaia-X-Ökosystem fest, fördert eine gemeinsame Governance und gewährleistet Interoperabilität zwischen verschiedenen Ökosystemen und Datenräumen. Dadurch wird eine nahtlose Integration und der sichere Austausch von Daten über verschiedene Anbieter hinweg ermöglicht. Zudem gibt es den Unternehmen die vollständige Kontrolle über ihre Daten, wodurch die Datensouveränität gestärkt wird [35]. Die Gaia-X Federation Services (GXFS) Toolbox unterstützt dezentrale digitale Ökosysteme mit Hilfe von einer Werkzeugkiste mit Open Source basierten Softwarekomponenten. Diese Komponenten unterstützen bspw. bei der Förderung der Interoperabilität und Datenklassifizierung [36]. Das Gaia-X Digital Clearing House (GXDCH) dient als zentrale Anlaufstelle, um die Einhaltung der Gaia-X Regeln verifizieren zu lassen und damit den Nachweis der Gaia-X-Konformität zu erhalten [37].

Insgesamt dienen Governanceprozesse in Gaia-X dazu, sicherzustellen, dass Richtlinien und Standards effektiv umgesetzt, überwacht und kontrolliert werden, um die Integrität, Sicherheit und Effizienz des Gaia-X-Ökosystems zu gewährleisten.

Das Governance-Konzept (s. Abb. 3.22) befasst sich neben den Prozessen und Richtlinien auch mit der Integration und Validierung. Dabei werden Kriterien berücksichtigt, die die Datenschutzstandards und die Interoperabilität mit technischen Aspekten umfasst. Hervorzuheben sind hierbei der Data Governance Act (DGA) und das Gaia-X-Trust-Framework. Die Zertifizierung im Governance-Konzept beinhaltet die Gaia-X-Compliance auf der konzeptionellen Basis, die die Vertrauensmechanismen festigen und so die Unterstützung zur der Datensouveränität liefern.

| Prozess/Richtlinie         | Beschreibung                                                                           | Technische Maßnahmen                                                                                              | GAIA-X Trust Framework                                            | GXFS Toolbox                                    | GXDCH                                                                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Datenhoheit                | Sicherstellung der Kontrolle der Unternehmensdaten                                     | Implementierung von Blockchain-Technologien zur Sicherstellung der Datenintegrität                                | Verwendung von Selbstverpflichtungen und Vertrauensvereinbarungen | Nutzung von Datenmanagement-Tools               | Integration von Compliance-Checks für Datenverwendung                        |
| Interoperabilität          | Standards und Protokolle zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Plattformen | Nutzung von offenen Standards zur Gewährleistung der Interoperabilität                                            | Etablierung von Interoperabilitätsanforderungen                   | Förderung der Interoperabilität                 | Schnittstellenimplementierung zur Datenintegration                           |
| Sicherheit und Datenschutz | Richtlinien zur Gewährleistung der Datensicherheit und des Datenschutzes               | Implementierung von Verschlüsselungstechnologien für Daten bei der Übertragung                                    | Berücksichtigung von Sicherheitsstandards                         | Nutzung von GXFS-Tools zur Sicherheitsbewertung | Überprüfung der Datenverarbeitung                                            |
| Vertrauenswürdigkeit       | Mechanismen zur Schaffung von Vertrauen zwischen Akteuren im Ökosystem                 | Verwendung von Identitäts- und Zugriffmanagement-Systemen zur Authentifizierung und Autorisierung von Beteiligten | Vertrauensbeziehungen durch Nachweis der Einhaltung von Standards | Überprüfung der Vertrauenswürdigkeit            | Validierung von Datenherkunft und Datennutzung                               |
| Compliance                 | Einhaltung von gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen                          | Nutzung von Compliance-Management-Software zur Überwachung regulatorischer Anforderungen                          | Integration von Compliance-Anforderungen                          | Überwachung der Compliance                      | Unterstützung bei der Einhaltung von Vorschriften                            |
| Zugangsmanagement          | Richtlinien zur Verwaltung des Zugriffs auf Daten und Systeme                          | Implementierung von rollenbasierten Zugriffskontrollsystemen mit Gazeille                                         | Definierung von Zugriffsrechten                                   | Verwaltung von Zugriffsrechten                  | Verwaltung des Zugangs über den GXDCH zur Sicherstellung der Datensicherheit |
| Datenklassifizierung       | Identifizierung und Klassifizierung von Daten nach Sensibilität und Verwendungszweck   | Einsatz von Data Loss Prevention-Technologien zur Identifizierung und Klassifizierung sensibler Daten             | Integration von Klassifizierungsstandards                         | Unterstützung der Datenklassifizierung          | Überprüfung der Datenklassifizierung                                         |

Abbildung 3.23: Überblick Prozesse und Richtlinien der Governance anhand der Gaia-X Bestandteile

Die technische Umsetzung einer Zertifizierung

Bei der Kooperation von zwei sich unbekannten Unternehmen, bedarf es einer Zertifizierung, um sicherzustellen, dass beide Partner gemeinsame Standards einhalten. Die Zertifizierung bietet objektive Standards und ermöglicht es den Beteiligten, Vertrauen in die Qualifikation, Kompetenz und Zuverlässigkeit des Anderen zu gewinnen. Durch die Schaffung einer Vertrauensbasis und die Einhaltung von Branchenstandards und regulatorischen Anforderungen bietet eine Zertifizierung eine transparente Basis für die Kommunikation im Vorfeld einer Kooperation. Der Zertifizierungsservice dient der Ermittlung und formalen Bestätigung der Anforderungen und Qualifikationen beider Parteien, um die Konformität eines Teilnehmers nach vordefinierten Bewertungskriterien zu bestätigen, Risiken zu minimieren und die Effizienz zu steigern. Dabei werden verschiedene Rollen wie “Consumer”, “Provider” und “Federator” berücksichtigt. Das folgende Beispiel (s. Abb. 3.24) zeigt einen Anwendungsfall aus dem Flughafenbereich: Ein Flughafen muss erweitert werden und integriert weitere Unternehmen (z. B. Energiesystem) in sein Ökosystem.

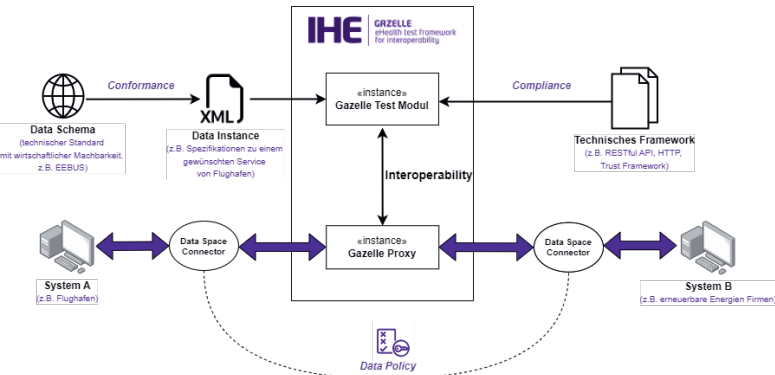


Abbildung 3.24: Implementierung des Zertifizierungsverfahrens mit IHE Gazelle

Im vorliegenden Fall wurde IHE Gazelle<sup>3</sup> genutzt, um die Interoperabilität der Informationssysteme zu testen. IHE Gazelle ist eine Softwareplattform zum Testen der Interoperabilität von Informationssystemen. Das ausgereifte Gazelle-Testbed-Projekt kann eine robustere Software-Entwicklungsumgebung nicht nur für eHealth, sondern auch für andere Bereiche bereitstellen. Die in der IHE Gazelle enthaltenen Services, wie z. B. Testmanagement, Verifikation und Simulator decken technischen Anforderungen des Zertifizierungsprozesses ab. Die grundsätzliche methodische Anwendbarkeit der Methodik in der Energiewirtschaft wurde durch das österreichische FuE-Projekts "IES Austria" erfolgreich nachgewiesen. Daher ist eine projektübergreifende Pilotierung der Methodik im Rahmen von Gaia-X sinnvoll. Im Kontext der Systemintegration und des Testens wurde Gazelle auch für den Zertifizierungsprozess im Rahmen des URANOS-X Demonstrators eingesetzt. Für den Anwendungsfall Flughafen wurden mehrere spezifische Schritte durchgeführt:

- Die Bereitstellung und kontinuierliche Integration der Plattform IHE Gazelle ermöglicht den Datenaustausch zwischen den beiden Systemen, was für den Zertifizierungsprozess essenziell ist.
- Relevante Informationen zu Flughäfen und Energiesystemen wurden über den Data Space Connector unter Berücksichtigung der Data Policy in die IHE Gazelle Plattform integriert, um die Interoperabilität zu gewährleisten.
- Die Anforderungen der Flughäfen wurden unter Berücksichtigung von technischen Standards zur wirtschaftlichen Machbarkeit und des entsprechenden technischen Frameworks behandelt. Erste Profile, Schematron-Mappings und Dateninstanzen im XML-Format wurden generiert.
- Die Interoperabilität wurde anhand realistischer Testszenarien überprüft und mit den Testmodulen der IHE Gazelle-Plattform dokumentiert, um die Compliance und Konformität der Dateninstanzen zu gewährleisten.

Diese Maßnahmen stellen sicher, dass der Zertifizierungsprozess den Bedürfnissen an Sicherheit, Transparenz und Datenintegrität erfüllt und gleichzeitig KMU die notwendige Flexibilität bietet.

### 3.3.6 Die Gaia-X Erlebniswelt

Die Themen rund um Gaia-X sind für viele Unternehmen und Anwender auch mehrere Jahre seit Vorstellung der Initiative noch schwierig nachzuvollziehen. Zur Förderung des Verständnisses zu Gaia-X bieten Test- und Experimentierräume die Möglichkeit, durch den Einsatz von Demonstratoren und Workshops, komplexe Systeme interaktiv erlebbar zu machen. Um die unterschiedlichen Kenntnisstände und Kulturen der adressierten Unternehmen und Personen Rechnung zu tragen, ist es sinnvoll, die Inhalte in verschiedenen Tiefen und Formaten anzubieten. Unter besonderer Berücksichtigung von produzierenden KMU sind die Gaia-Xperience Labs in Aachen und Paderborn entstanden.

Folgende Formate werden in den Gaia-X-Xperience Labs genutzt und nachfolgend beschrieben:

1. Erklär bzw. Lernvideos
2. VR- (Virtual Reality)- und AR- (Augmented Reality) Anwendungen
3. Roadmapping und Blueprinting mittels Gamification
4. Visualisierungen und Demonstratoren

### Erklär- bzw. Lernvideos: Von den Gaia-X Grundlagen bis zu Gaia-X Reifegraden

Aus der Bedarfs- und Anforderungserhebung mit Vertretern und Vertreterinnen der produzierenden Industrie ist zu entnehmen, dass diese noch über wenig bis gar keine Kenntnisse zu Gaia-X verfügen.

<sup>3</sup><https://www.ihe-europe.net/testing-IHE/gazelle>

Um also Nutzen und Vorteile deutlich machen zu können, bedurfte es zunächst einer Begriffsklärung. Eine Einführung gelingt mit drei Erklärvideos, die in einfacher Darstellung und Sprache Gaia-X vorstellen und didaktisch aufeinander aufbauen, aber auch – je nach Kenntnisstand der Rezipierenden – für sich alleine stehen können:

- **Video 1** erklärt die grundsätzlichen Prinzipien der Initiative Gaia-X anhand eines einfachen Use Cases. Dabei steht die Etablierung einer sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur nach EU-Recht sowie die Datensoveränität der einzelnen Unternehmen im Vordergrund.
- **Video 2** erklärt den Aufbau und die Funktionsweise von Gaia-X anhand der Regularien und technologischen Zusammenhänge. Betrachtet werden etwa die Interaktion der teilnehmenden Unternehmen, der konkrete Datenaustausch sowie Aspekte der Governance.
- **Video 3** stellt übersichtlich die Einflussfaktoren dar, die den Gaia-X-Reifegrad von Unternehmen bestimmen. Dabei werden die Handlungsfelder in den Dimensionen Technologie, Organisation und Umfeld bewertet. Video 3 soll auf die Anwendung des Reifegradmodells vorbereiten, Impulse geben und erste Verbesserungspotenziale sichtbar machen.

### Virtual Reality- und Augmented Reality Anwendungen: Gaia-X erleben und ausprobieren

Eine interaktive Virtual-Reality-Anwendung und eine Augmented-Reality-Anwendung ermöglichen es, Gaia-X vorzustellen, greifbar zu machen und so die Vorteile für die produzierende Industrie zu vermitteln. Das didaktische Konzept und die Interaktionsmöglichkeiten sollen dafür sorgen, dass für die User ein echtes Erlebnis entsteht, was den Lerneffekt gegenüber reiner Wissensvermittlung weiter erhöht.

**Virtual-Reality-Anwendung:** Die VR-Experience informiert spielerisch über die Prinzipien und Vorteile von Gaia-X. Teil dessen sind die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette (s. Abb. 3.25).



**Abbildung 3.25:** Einblick in die Gaia-X VR-Anwendung

Die VR-Anwendung ist so gestaltet, dass eine explorative und selbstgesteuerte Erkundung möglich ist. Dies wird über eine User Experience realisiert, die den Nutzer durch eine beispielhafte, fiktive Gaia-X-Welt führt und ihm in Form von zu erfüllenden Missionen bzw. Aufgaben und dargebotenen Lösungsmustern selbst zum handelnden Akteur macht. Begleitet wird der Nutzer durch einen digitalen Avatar. Die VR-Lösung eignet sich für die Darstellung an beliebigen Orten und kann bei Terminen mit Unternehmen oder Projektpartnern ortsunabhängig angewendet werden.

**Augmented-Reality-Anwendung:** Eine reale Produktionsumgebung, wie beispielsweise die Demonstrationsfabrik Aachen, bietet den Rahmen für eine geeignete AR-Applikation. In der AR-Welt werden reale Maschinen abgebildet, anhand derer der Datenaustausch zwischen den Maschinen und IT-Systemen als Datenströme "sichtbar" gemacht wird. Zusätzlich können an Maschinen detailliertere Informationen angezeigt gezeigt, die den Nutzen von Gaia-X verdeutlichen. Auch diese User Experience wird durch einen Avatar begleitet, der den User bei Bedarf mit Informationen und Anleitungen zu nächsten Schritten bzw. weiteren Optionen unterstützt.

#### **Gamification: Spielerisch individuelle Roadmaps für Gaia-X erstellen**

Ein eintägiger Workshop, der darauf abzielt, das grundlegende Verständnis für das Konzept von Datenräumen zu vermitteln, ist ebenfalls Teil der Gaia-X Erlebniswelt. Im Rahmen des Workshops werden die Definition sowie die wesentlichen Funktionen von Datenräumen erläutert. Darüber hinaus werden Ansätze zur effizienten Nutzung der Datenräume vorgestellt. Als Ergebnis erhalten die Teilnehmer eine Anleitung zur Entwicklung einer eigenen Gaia-X Roadmap.

Der Workshop richtet sich an Manager, insbesondere an C-Level-Executives von KMU im produzierenden Gewerbe. Nach einer einführenden allgemeinen Erklärung von Datenräumen, erstellt jeder Teilnehmer seine eigene Charakterkarte auf Basis einer adaptierten Version des Spiels "*Dungeons and Dragons*", um seine eigenen Fähigkeiten, Angebote und Interessen im Kontext von Gaia-X zu identifizieren und zu beschreiben. Basierend auf diesen Charakteren nehmen die Teilnehmer anschließend an einem Brettspiel teil, in dem sie die erarbeiteten Fähigkeiten nutzen und weiterentwickeln können. Ziel ist es, verschiedene Hindernisse und Herausforderungen zu überwinden, um mit Gaia-X die eigenen strategischen Ziele zu erreichen.

#### **Visualisierung und Demonstration– Gaia-X Control Board**

Die Herausforderung bei der Visualisierung von Prozessen und Informationsflüssen resultiert aus der Komplexität der relevanten Komponenten und deren Interaktionen.

Mit insgesamt 10 Bildschirmen ermöglicht das Gaia-X Control Board in Aachen komplexe Zusammenhänge verschiedener Technologien, IT-Systeme, eingebundenen Maschinen, Produkte und Unternehmen/Menschen simultan auf einer Wand darzustellen. Zur Erhöhung der Nachverfolgbarkeit wird die Verknüpfung zwischen den dargestellten Inhalten zusätzlich durch steuerbare LED-Leuchtbalken unterstützt. Dabei können sowohl vordefinierte Komponenten modular kombiniert als auch Testsysteme live integriert werden, um unterschiedliche Demonstrationsszenarien zu erstellen. Die Farben sowie die Animationsrichtung und -geschwindigkeit der LED-Leuchtbalken können entsprechend den spezifischen Szenarien programmiert werden.

Eines der möglichen Demonstrationsszenarien ist folgendes: In Zukunft ist die Bereitstellung der Nutzungsinformationen von Produkten und Kunden für die Rückführung der Produkte in einer Kreislaufwirtschaft notwendig. In dem dargestellten Beispiel (s. Abb. 3.26), wird dazu ein Bereich des Netzwerks zwischen der Entwicklung, Produktion, Zulieferern und Kunden abgebildet. Für die Bereitstellung eines digitalen Produktpasses werden Daten aus den ERP-Systemen (Enterprise-Resource-Planning) der Zulieferer an den Hersteller übertragen. Dieser lässt durch die Entwicklungsabteilung im PLM-System (Produktlebenszyklusmanagement) den  $CO_2$  Abdruck des Produkts ermitteln. Dabei werden sowohl Simulationen und Messungen an dem realen Produkt als auch Analysen der Maschinendaten aus der eigenen Produktion durch einen Drittanbieter aus dem Datenökosystem einbezogen. Aus dem ERP- und CRM-System (Customer Relationship Management) werden die Kunden der Produkte identifiziert und die der Produktpass inkl. des  $CO_2$  Abdrucks auf einer herstellerunabhängigen Plattform im Datenökosystem bereitgestellt.

Durch den Einsatz von Touchbildschirmen ergibt sich zusätzlich die Möglichkeit interaktive Elemente in den Szenarien zu integrieren. Für einen Workshop kann die Interaktivität des Gaia-X Control

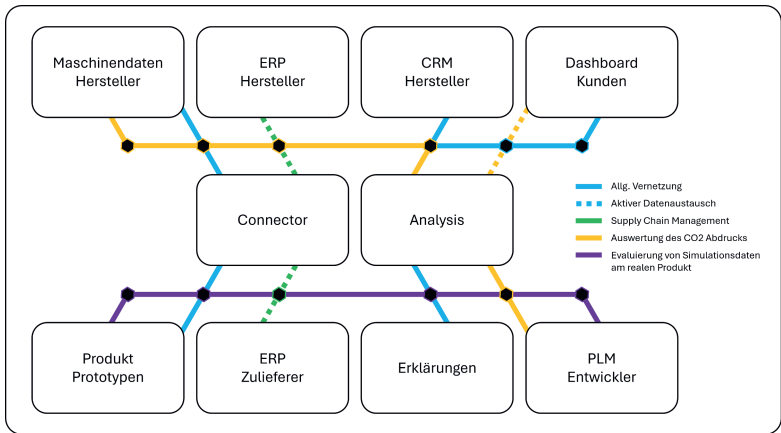


Abbildung 3.26: Konzept für ein Gaia-X Control Board

Board zusätzlich gesteigert werden, indem die abgebildeten Szenarien flexibel an die spezifischen realen Gegebenheiten der teilnehmenden Unternehmen angepasst werden.

Live-Demonstrator in Paderborn

In Paderborn ist als Teil der Gaia-X Erlebniswelt ein weiterer Demonstrator entstanden. Dieser ist so konzipiert, dass er den Akteuren in der Wirtschaft eine umfassende, praxisnahe und immersive Bildungserfahrung mit Schwerpunkt auf Datenräumen bietet. Der Demonstrator hilft auch bei der Durchführung eines ergänzenden Schulungskonzepts, das auf die Problemfelder der Unternehmensakteure eingeht. Abbildung 3.27 zeigt das Konzept des Demonstrators im Detail.

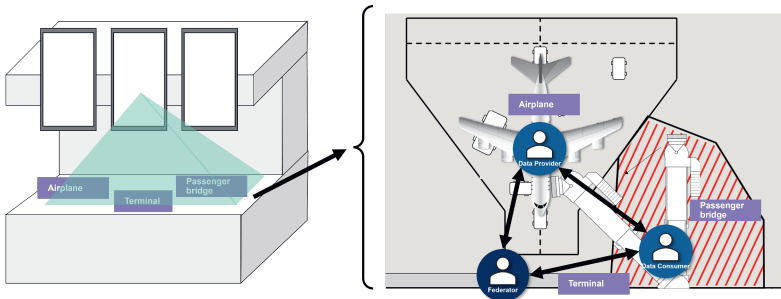


Abbildung 3.27: Aufbau des Live-Demonstrators in Paderborn

Der Demonstrator verfügt über drei Bildschirme, auf denen Lerninhalte dargestellt werden und die es den Lernenden ermöglichen, sich interaktiv mit verschiedenen Aspekten von Datenräumen auseinanderzusetzen. Das Herzstück des Demonstrators ist eine 3D-gedruckte Flughafenumgebung, die ein Miniaturmodell mit drei Hauptkomponenten darstellt:

- ein Flugzeug (Datenanbieter),
- eine Passagierbrücke (Datenverbraucher)
- ein Flughafenterminal (Federator).

Über diesem Aufbau zeigt ein Projektor den Datenfluss und die einzelnen Schritte innerhalb eines Datenraums auf der 3D-gedruckten Flughafenumgebung an. Die Lernenden können eine detaillierte Abfolge von Aktionen beobachten und daran teilnehmen: Das Flugzeug, das als Datenlieferant fungiert, landet auf dem Flughafen. Das Flughafenterminal, das als Federator fungiert, identifiziert das Flugzeug als vertrauenswürdige Einheit. Anschließend überträgt das Flugzeug Flugdaten an die Passagierbrücke, die als Datenabnehmer fungiert. Anhand dieser Daten bewegt sich die Fluggastbrücke zum richtigen Ort und bringt die erforderlichen Materialien, wie Wartungs- und Reparaturmaterial, zum Flugzeug.

Dieser gesamte Prozess wird durch einen implementierten Minimum Viable Dataspace dargestellt, der die grundlegenden Funktionen eines Datenraums zeigt, sodass die Lernenden jeden Schritt auch selbst aktiv nachvollziehen können. Diese praktische Erfahrung soll das Verständnis für die operativen und funktionalen Aspekte von Datenräumen vertiefen.

## 3.3.7 Die Transformation zum Datenraumakteur

### Der Gaia-X Quick-Check

Der Quick-Check ist ein webbasiertes Tool<sup>4</sup>, das Unternehmen dabei unterstützt, zu bewerten, ob Gaia-X für sie von strategischer Relevanz ist. Das Tool richtet sich vor allem an KMU, die bisher noch keine Erfahrung mit Gaia-X oder der Arbeit in Datenräumen haben und für die dieses Thema neu ist.

Die für das Tool relevante Anwendungsfallbeschreibung (User Story) ist folgende:

*“Ich als Geschäftsführung oder Digitalisierungsbeauftragter in einem KMU des produzierenden Gewerbes möchte in einer frühen Phase online herausfinden, ob Gaia-X für mich ein Thema ist, das ich weiter mit meiner Fachabteilung vertiefen sollte.”*

Der Quick-Check ist so gestaltet, dass er hauptsächlich von der Geschäftsführung oder einer für die Digitalisierung zuständigen Person durchgeführt werden kann. Eine Einbindung der IT-Abteilung ist optional und nur unterstützend vorgesehen. Im Fokus stehen Unternehmen, die Gaia-X möglicherweise in Zukunft anwenden könnten und die daher zu den potenziellen Nutzern (sogenannte “Listener”) gehören. Das Tool richtet sich explizit an Unternehmen, für die ein ausgereiftes Reifegradmodell noch zu komplex ist. Ziel ist es, pragmatisch und unkompliziert zu helfen, die Entscheidung zu treffen, ob eine vertiefte Auseinandersetzung mit Gaia-X sinnvoll ist (s. Abb. 3.28).

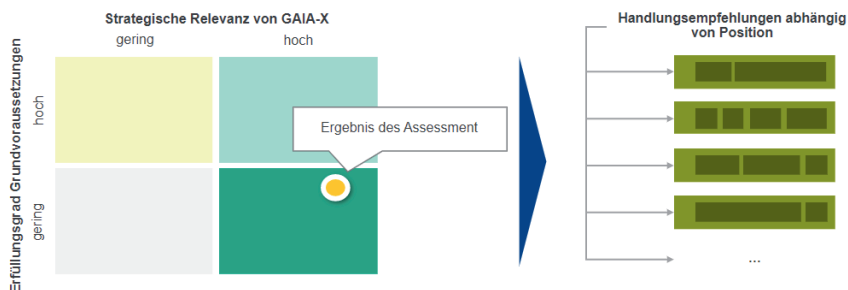
Das Tool lässt sich grob in folgende Teilbereiche einteilen:

**Ermittlung der strategischen Relevanz von Gaia-X:** Die strategische Relevanz von Gaia-X-Nutzenpotentialen für das Unternehmen wird anhand eines strukturierten Fragebogens bestimmt. Dabei wird analysiert, ob das Unternehmen durch den Einsatz von Gaia-X-Lösungen einen Wettbewerbsvorteil erzielen könnte.

**Ermittlung des Erfüllungsgrad von allgemeinen Grundvoraussetzungen:** Anhand eines Fragebogens wird erfasst, ob bestimmte grundlegende Voraussetzungen innerhalb des Unternehmens bereits vorhanden sind, die für die Nutzung von Gaia-X-Technologien erforderlich sind. Dazu gehören beispielsweise technische Infrastrukturen, organisatorische Strukturen oder datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen.

---

<sup>4</sup><https://gaia-x4produktion.de/>



**Abbildung 3.28:** Die Bewertung im Quick Check

**Auswertung und Ableitung von passenden Handlungsempfehlungen:** Die Auswertung der Fragebögen erfolgt automatisch durch das Quick-Check-Tool, das dem Unternehmen anschließend erste Handlungsempfehlungen vorschlägt. Basierend auf der Position des Unternehmens in einer Bewertungsmatrix werden gezielte Hinweise zur strategischen Relevanz und Umsetzbarkeit von Gaia-X-Technologien gegeben.

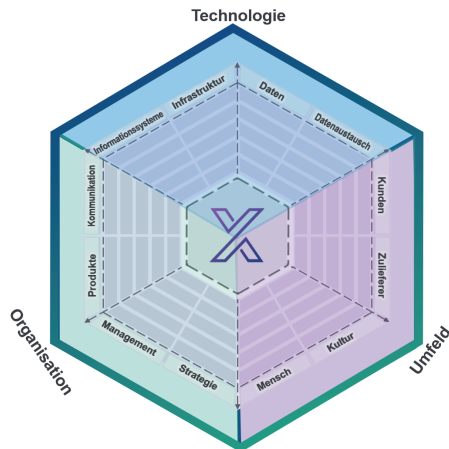
Beispielsweise kann das Tool aufzeigen, ob das Unternehmen bereits eine solide Basis für die Implementierung von Gaia-X besitzt, obwohl das Thema aktuell noch keine hohe Priorität in der Geschäftsstrategie hat. In einem solchen Fall könnte es sinnvoll sein, die Geschäftsstrategie dahingehend zu überprüfen, ob die Integration von Gaia-X künftig relevant werden könnte. Auf der anderen Seite könnte das Tool auch feststellen, dass Gaia-X aus strategischer Sicht für das Unternehmen sehr wertvoll ist, aber noch keine ausreichende Grundlage zur Umsetzung besteht. In diesem Fall könnten weiterführende Empfehlungen gegeben werden, etwa welche Schritte zur Verbesserung der technologischen oder organisatorischen Rahmenbedingungen notwendig sind.

Durch diesen Quick-Check erhalten Unternehmen einen ersten fundierten Überblick über ihre aktuelle Situation und können ohne großen initialen Aufwand einschätzen, wie relevant Gaia-X-Technologien für sie sind und welche nächsten Schritte in Betracht gezogen werden könnten.

### Gaia-X Reifegradmodell

Die Anwendung eines Reifegradmodells ermöglicht eine objektive Bewertung der Leistungsfähigkeit einer Organisationseinheit in Bezug auf ein spezifisches Thema. Das Gaia-X-Reifegradmodell bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihren aktuellen Stand im Hinblick auf die Gaia-X-Konformität transparent darzustellen. Es ermöglicht ihnen zukünftige Entwicklungsziele zu definieren, die erforderlich sind, um Geschäftsziele durch den Einsatz von Gaia-X-Komponenten zu erreichen und die Integration in Datenräume zu realisieren. Angesichts des Bedarfs an Unterstützung für produzierende Unternehmen bei der Implementierung von Gaia-X ist es von entscheidender Bedeutung, diese Unternehmen zu befähigen, als vollwertige Teilnehmer innerhalb der Gaia-X-Infrastruktur zu agieren.

Aus der Analyse bestehender Arbeiten, Reifegradmodelle und des Anwendungskontexts wurden Merkmale und Kriterien für die Teilnahme in Datenräumen abgeleitet. Diese sind im Reifegradmodell zusammengefasst, das sich in drei Dimensionen und zwölf Handlungsfelder gliedert (s. Abb. 3.29):



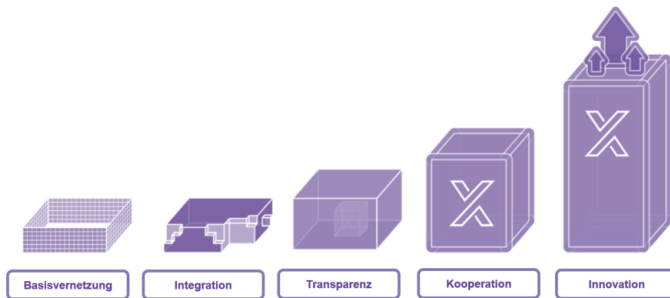
**Abbildung 3.29:** URANOS-X Reifegradmodell.

**Technologie:** Die Technologie-Dimension umfasst die vier Handlungsfelder Informationssysteme, Infrastruktur, Daten und Datenaustausch innerhalb eines Unternehmens. Im Zentrum dieser Dimension steht die Definition einer robusten Datenarchitektur sowie die Gestaltung effizienter Prozesse. Insbesondere die Interoperabilität ist entscheidend, da sie den sicheren und nahtlosen Austausch von Daten über verschiedene Systeme hinweg ermöglicht. Dabei ermöglichen die Gaia-X-konforme Datenräume Daten aus unterschiedlichen Quellen sicher und interoperabel zu integrieren. Zudem ist die Datenqualität von wesentlicher Bedeutung, da sie die Effektivität und Effizienz sowie die Integrationsfähigkeit in heterogene Systemlandschaften beeinflusst.

**Organisation:** Die Organisations-Dimension betrachtet die Handlungsfelder Produkte, Kommunikation, Management und Strategie. Für die effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen und die fundierte Entscheidungsfindung ist eine transparente Kommunikation von entscheidender Bedeutung. Dies ermöglicht es Produkte und Dienstleistungen so zu gestalten, dass sie für Datenräume geeignet sind und flexibel Daten aus verschiedenen Quellen integrieren können. Strategische Entwicklungen, Kooperationen und ein agiles Management sind ebenfalls unerlässlich. Um die Gaia-X-Konformität zu fördern müssen Prozesse, Richtlinien sowie Compliance- und Zertifizierungsstandards innerhalb der Organisation berücksichtigt werden.

**Umfeld:** Die Umfeld-Dimension betrachtet die Handlungsfelder Mensch und Kultur, Kunden und Zulieferer. Das Bewusstsein für Gaia-X und die damit verbundenen Entwicklungen sind entscheidend für die Förderung von Datensoveränität und die Verbesserung der Integrationsfähigkeit zwischen verschiedenen Beteiligten. Darüber hinaus werden die Integration der Unternehmenskultur sowie die Einbindung der Mitarbeitenden berücksichtigt. Des Weiteren spielen Bestandteile aus dem Governance-Konzept eine zentrale Rolle, indem sie den Wissensaustausch und die Kompetenzentwicklung sowohl innerhalb des Unternehmens als auch im Austausch mit externen Partnern ausrichten.

Unternehmen können je Handlungsfeld eine von fünf Reifegradstufen einnehmen (s. Abb. 3.30):



**Abbildung 3.30:** Stufen im Reifegradmodell.

### **Basisvernetzung**

Die erste Stufe des Reifegradmodells ist die Basisvernetzung, in der Unternehmen isolierte Informationstechnologien einsetzen und erste Schritte zur Vernetzung von Systemen unternommen werden. Digitale Funktionen werden rudimentär genutzt, wobei Daten noch manuell erfasst und keine automatisierten Prozesse zur Analyse angewendet werden. Unternehmen beginnen, die digitale Transformation zu initiieren, und haben grundlegende Sicherheitsmaßnahmen implementiert. In diesem Stadium erfolgt die erste Annäherung an Datenräume, indem Unternehmen anfangen die Prinzipien der digitalen Souveränität, Datensicherheit und die Anforderungen der Gaia-X-Konformität zu berücksichtigen.

### **Integration**

In der Integration wird der Übergang zur Industrie 4.0 erreicht, Geschäftsprozesse werden durch den Einsatz von Sensoren und Technologien digital abgebildet und damit transparenter. Unternehmen erstellen einen digitalen Schatten, der wesentliche Geschäftsdaten wie Maschinendaten, Auftragsdaten und Produktionsprozesse umfasst. Basierend auf den aktuellen Daten werden Veränderungen dieser Prozesse kontinuierlich durch IT-Systeme unterstützt. Die Entwicklung von Datenräumen gewinnt hier an Bedeutung, da sie die Integration dezentraler Datenquellen unterstützt und so die schnelle Reaktion auf unterschiedliche Informationsströme ermöglicht. Dadurch werden Prozesse effizienter gestaltet und die Flexibilität erhöht, um schnell auf neue Daten zuzugreifen und diese zu verarbeiten. Die Unternehmen beginnen ihre Daten gemäß den Gaia-X-Standards zu strukturieren, um Interoperabilität, Datensicherheit und Skalierbarkeit zu fördern. In dieser Phase werden die automatisierte Datenübertragung, die Etablierung einheitlicher Datenstrukturen und die schrittweise Anpassung an die Gaia-X-Konformität zunehmend relevant.

### **Transparenz**

Die dritte Stufe, Transparenz, baut auf dem digitalen Schatten der vorherigen Stufe auf. Innerhalb des sicheren und interoperablen Gaia-X-Ökosystems ermöglichen Datenräume die Integration dezentraler Informationen aus verschiedenen Quellen und bieten Unternehmen die Möglichkeit, ihre Daten sicher auszutauschen und für Analysezwecke zu nutzen, ohne die Kontrolle zu verlieren. Gleichzeitig wird die Datenanalyse um diagnostische Verfahren erweitert, um tiefere Einblicke in Geschäftsprozesse zu gewinnen. Dieser Schritt schafft Transparenz in Bezug auf Geschäftsabläufe und potenzielle Störungen und unterstützt so fundierte Entscheidungsfindungen. Dabei werden die Prinzipien einer offenen, sicheren und souveränen Datenarchitektur konsequent eingehalten.

#### Kooperation

In der vierten Stufe, der Kooperation, fördert das Gaia-X-Ökosystem die Interoperabilität zwischen Unternehmen und Diensten, was den sicheren Datenaustausch sowie die Verbesserung der Datenqualität und -verfügbarkeit ermöglicht. Unternehmen können durch die Analyse von Daten aus dem digitalen Schatten und der Nutzung von Datenräumen nicht nur zukünftige Ereignisse vorhersagen, sondern auch proaktive Maßnahmen ergreifen, um Prozesse effizient zu steuern. Die Weiterentwicklung von Datenräumen wird hierbei entscheidend, da Unternehmen zunehmend in der Lage sind, Daten aus unterschiedlichen Quellen und Partnern in einem sicheren, interoperablen Rahmen zu integrieren.

#### Innovation

In der letzten Stufe, der Innovation, setzen Unternehmen das Gaia-X-Ökosystem vollständig für intelligente Vernetzung und Automatisierung ein, wodurch sie einen hohen Grad an Resilienz erreichen. Diese Stufe stellt den höchsten Reifegrad dar, da Entscheidungen autonom auf Basis des digitalen Schattens und durch die Gaia-X-konforme Interoperabilität getroffen werden. Die Nutzung von Datenräumen ermöglicht eine signifikante Prozessoptimierung, steigert die Datenverfügbarkeit und verbessert die Effizienz der Entscheidungsfindung. Zudem werden Lösungen entwickelt, die eine fortlaufende Weiterentwicklung und Anpassung der Systeme fördern, sodass Unternehmen ihre Leistung und Innovationsfähigkeit erheblich steigern.

## 3.4 Diskussion & Fazit

Insgesamt hat das Forschungsprojekt sein Ziel eines Entwicklungsbaukastens zur Befähigung von KMU für Gaia-X erreicht. Die Projektergebnisse unterstützen KMU bei der Bewältigung von Problemen, die im Rahmen der Bedarfs- und Anforderungserhebung von den relevanten Stakeholdern artikuliert wurden. Die zentralen Ergebnisse des Projekt sind:

- Eine Methode wurde entwickelt, die den gesamten Prozess von der Ideenfindung über die Entwicklung von Geschäftsmodellen bis hin zur Erstellung des Entwicklungsauftrags umfasst. Diese Methode beinhaltet spezifische Geschäftsmodellmuster sowie ein Gaia-X Geschäftsmodell-Canvas. Damit können KMU geeignete Anwendungsfälle und zugehörige Geschäftsmodelle im Rahmen von Gaia-X identifizieren und zur Umsetzung vorbereiten.
- Eine Modellierungsmethode zur Spezifikation von Gaia-X Anwendungen wurde geschaffen, die die Lücke zwischen einem spannenden Anwendungsfall und der konkreten technischen Umsetzung überbrückt.
- Ein Gaia-X Quick-Check ermöglicht KMU eine erste Einschätzung der strategischen Relevanz von Gaia-X.
- Eine Gaia-X Erlebniswelt bietet mehreren Test- und Experimentierräumen, die die Funktionsweise und den Mehrwert von Gaia-X interaktiv erlebbar machen.

Ein nicht unerheblicher Teil der artikulierten Bedürfnisse lag jedoch außerhalb des Scopes des Projektes. Darunter sind viele Punkte, die dem derzeitigen niedrigen Reifegrad von Gaia-X und dem Konzept der Datenräume geschuldet sind, wie z. B. der Entwicklungsstand des EDC-Connectors. Darüber hinaus hatte der geringe praktische Reifegrad und die wenigen Instanziierungen auch Einfluss auf konkrete Projektergebnisse, wie z. B. die Geschäftsmodellmuster. Hier konnte der angestrebte empirische Ansatz nicht genutzt werden. Stattdessen wurden bekannte Muster vor dem Hintergrund der Technologiekonzeption analysiert. Es verbleibt also klare Forschungsbedarf, Muster bei entsprechender Reife von Gaia-X in der Praxis empirisch abzuleiten und damit auch neue Muster zu identifizieren. Letztlich

sind aber die Projektergebnisse sowie die entwickelten Demonstratoren über das Projekt hinaus nutzbar bzw. im Einsatz, sodass die Befähigung von KMU für Gaia-X auch über das Projektende hinaus vorangetrieben wird.

## Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). *Das Projekt GAIA-X – Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen öko-systems*. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, 2019.
- [2] G.H. Travassos, F. Shull, J. Carver, and V.R. Basili. *Reading Techniques for OO Design Inspections*. Digital Repository at the University of Maryland, 2002. Technical Report COPPE UFRJ-Brazil / Fraunhofer Center-Maryland / University of Maryland.
- [3] Theresa Hilger and Johann Schütz. Datenaufbereitung zum state-of-the-art und fortschritt europäischer gaia-x sowie datenraum initiativen mit einem schwerpunkt auf industrie 4.0 anwendungsfälle, 06 2024. URL <https://doi.org/10.5281/zenodo.11408641>.
- [4] Data Spaces Support Centre. Data spaces blueprint v1.5. <https://dssc.eu/page/blueprint>, 2024. URL <https://dssc.eu/page/blueprint>. Version 1.5, updated in 2024.
- [5] Alexander Osterwalder and Yves Pigneur. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2010. ISBN 978-0470876411.
- [6] Marcel Allweins, Markus Proesch, and Ted Ladd. The platform canvas—conceptualization of a design framework for multi-sided platform businesses. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 4(3):303–328, 2020. doi: 10.1177/2515127420959051. URL <https://doi.org/10.1177/2515127420959051>.
- [7] Oliver Gassmann, Karolin Frankenberger, and Michaela Csik. *The Business Model Navigator: 55 Models That Will Revolutionise Your Business*. Pearson, Harlow, England, 2014. ISBN 978-1292065816.
- [8] Mark W. Johnson. *Seizing the White Space: Business Model Innovation for Growth and Renewal*. Harvard Business Review Press, Boston, Massachusetts, 2010. ISBN 978-1422124819.
- [9] DSSC. Starter kit for data space designers — version 1.0 — march 2023, 2023. URL <https://dssc.eu/space/SK/29523973/Starter+Kit+for+Data+Space+Designers+%7C+Version+1.0+%7C+March+2023>. Accessed: 2024-11-05.
- [10] Matthias Frohner, Marion Gottschalk, Gerald Franzl, Richard Pasteka, Mathias Uslar, and Stefan Sauermann. Smart grid interoperability profiles development. In *2017 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm)*, pages 189–194. IEEE, 2017.
- [11] Iris Schmidberger and Sven Wippermann. Die innovationsmethodologie design thinking. In *Design Thinking im Bildungsmanagement: Innovationen in Bildungskontexten erfolgreich entwickeln und umsetzen*, pages 25–52. Springer, 2022.
- [12] Jürgen Gausemeier, Roman Dumitrescu, Tomas Pfänder, Daniel Steffen, and Frank Thielemann. *Innovationen für die Märkte von morgen: strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2018.
- [13] Dieter Vahs and Alexander Brem. *Innovationsmanagement. Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung*. Schäffer Poeschel, Stuttgart, 5., überarbeitete auflage edition, 2015.

- [14] Mathias Messerle. *Methodik zur Identifizierung der erfolgversprechendsten Produktideen in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses*. PhD thesis, Dissertation, Stuttgart, Universität Stuttgart, 2016, 2016.
- [15] Daniel Schallmo. *Techniken der geschäftsmodell-ideen-gewinnung. Geschäftsmodelle erfolgreich entwickeln und implementieren: Mit Aufgaben und Kontrollfragen*, pages 109–119, 2013.
- [16] Johann Strassl and Günter Schicker. *Digitale Strategien entwickeln: Von der Idee zur Roadmap*, volume Nr. 73 (Januar 2020) of *Weidener Diskussionspapiere*. Ostbayerische Technische Hochschule (OTH), Amberg-Weiden, 2020. ISBN 9783937804750. doi: 213882. URL <https://www.oth-aw.de/files/oth-aw/Aktuelles/Veroeffentlichungen/WEN-Diskussionspapier/WEN-DPs-PDF/DP73.pdf>.
- [17] Robert C Nickerson, Upkar Varshney, and Jan Muntermann. A method for taxonomy development and its application in information systems. *European Journal of Information Systems*, 22(3):336–359, 2013.
- [18] William E. Souder. A scoring methodology for assessing the suitability of management science models. *Management Science*, 18(10):B–526–B–543, 1972.
- [19] Klaus Brockhoff. *Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle*. Oldenbourg, München [u.a.], 4., erg. aufl. edition, 1994.
- [20] Andreas Breiing and Rainer Knosala. *Bewerten technischer Systeme. Theoretische und methodische Grundlagen bewertungstechnischer Entscheidungshilfen*. Springer, Berlin [u.a.], 1997.
- [21] Stefan Wartzack. Auswahl- und bewertungsmethoden. In B. Bender and K. Gericke, editors, *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, pages 307–334. Springer, Berlin [u.a.], 9. aufl. edition, 2021.
- [22] Demand ProjeKt. Data business in ecosystems. *Veröffentlichung aus DEMAND-Forschungsprojekt*, 2021.
- [23] IEC. Industrial-process measurement, control and automation - life-cycle-management for systems and components, 07 2020. URL <https://www.vde-verlag.de/iec-normen/248992/iec-62890-2020.html>.
- [24] Hans-Jürgen Appelrath, Petra Beenken, Ludger Bischofs, and Mathias Uslar. *It-architekturentwicklung im smart grid: Perspektiven für eine sichere markt-und standardbasierte integration erneuerbarer energien*, 2012.
- [25] Martine Gouriet, Hervé Barancourt, Marianne Boust, Philippe Calvez, Michael Laskowski, Anne-Sophie Taillandier, Loïc Tilman, Mathias Uslar, and Oliver Warweg. The energy data space: The path to a european approach for energy. In Boris Otto, Michael ten Hompel, and Stefan Wrobel, editors, *Designing Data Spaces : The Ecosystem Approach to Competitive Advantage*, pages 535–575. Springer International Publishing, Cham, 2022. ISBN 978-3-030-93975-5. doi: 10.1007/978-3-030-93975-5\_33. URL [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93975-5\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93975-5_33).
- [26] Heiko Englert and Mathias Uslar. Europäisches architekturmodell für smart grids-methodik und anwendung der ergebnisse der arbeitsgruppe referenzarchitektur des eu normungsmandats m/490. In *Tagungsband VDE-Kongress*, 2012.

- [27] Johann Schütz, Mathias Uslar, and Jürgen Meister. A case study research on interoperability improvement in smart grids: state-of-the-art and further opportunities. *Open Research Europe*, 1(33):33, 2021.
- [28] Mathias Uslar, André Göring, Roland Heidel, Christian Neureiter, Dominik Engel, and Stefan Schulte. An open source 3d visualization for the rami 4.0 reference modell. In *VDE Konferenz 2016*, pages 1–6, 01 2016.
- [29] Simon Scerri, Tuomo Tuikka, Irene Lopez de Vallejo, and Edward Curry. Common european data spaces: Challenges and opportunities. In Edward Curry, Simon Scerri, and Tuomo Tuikka, editors, *Data Spaces: Design, Deployment and Future Directions*, pages 337–357. Springer International Publishing, Cham, 2022. ISBN 978-3-030-98636-0. doi: 10.1007/978-3-030-98636-0\_16. URL [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98636-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98636-0_16).
- [30] Rohit A Deshmukh, Diego Collarana, Joshua Gelhaar, Johannes Theissen-Lipp, Christoph Lange, Benedikt T Arnold, Edward Curry, and Stefan Decker. Challenges and opportunities for enabling the next generation of cross-domain dataspace. In *The Second International Workshop on Semantics in Dataspace, co-located with the Extended Semantic Web Conference*, 2024.
- [31] Eclipse. Eclipse Dataspace Components, 2024. URL <https://github.com/eclipse-edc>. Abgerufen: 4. Dezember 2024.
- [32] Data Spaces Support Centre. Introducing Blueprint 1.0: the evolution of Data Spaces - News, 07 2024. URL <https://dssc.eu/space/News/blog/381878275/Introducing+Blueprint+1.0%3A+the+evolution+of+Data+Spaces>. [Online; accessed 25. Jul. 2024].
- [33] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Gaia-x, 2023. URL <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/gaia-x/gaia-x.html>. Accessed: 2024-08.
- [34] Gaia-X. Gaia-x architecture document, 2022. URL <https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/2022/06/Gaia-x-Architecture-Document-22.04-Release.pdf>. Accessed: 2024-08.
- [35] Gaia-X AISBL. Gaia-x labelling framework, 2021. URL [https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/files/2021-11/Gaia-X%20Labelling%20Framework\\_0.pdf](https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/files/2021-11/Gaia-X%20Labelling%20Framework_0.pdf). Accessed: 2024-08.
- [36] Gaia-X Federation Services. überblick über gaia-x federation services, 2023. URL <https://www.gxfs.eu/de/gxfs-ueberblick/>. Accessed: 2024-08.
- [37] Gaia-X Hub. Gaia-x digital clearing houses (gxdch): Torwächter-datenwirtschaft. Technical report, Gaia-X Hub, 2024. URL [https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2024/08/24-08-02\\_GXDCH\\_Torwaechter-Datenwirtschaft.pdf](https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2024/08/24-08-02_GXDCH_Torwaechter-Datenwirtschaft.pdf). Accessed: 2024-08.