

# Whitepaper

## Data Space Basics



17. Juli 2025  
Released Version: 1.0

Autor\*innen:

Johann Schütz  
Dr. Carina Gliese  
Prof. Dr. Frank Köster  
Theresa Hilger  
Ann-Kathrin Krause  
Steffen Turnbull  
Silke Ziebarth

*Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Projekt Transfer-X unterstützt Organisationen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, dabei, den Einstieg in die datenbasierte Wertschöpfung zu meistern. Mit praxisnahen Transfermodulen und themenspezifischen Lernpfaden auf einer offenen Wissensplattform bereitet Transfer-X Forschungsergebnisse verständlich und anwendungsorientiert auf – neutral, skalierbar und kostenlos.*

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung: Warum Datenräume?</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Kernprinzipien eines erfolgreichen Datenraums</b> .....	<b>6</b>
Entwurfsprinzipien eines Datenraums.....	6
Erfolgsfaktoren eines Datenraums .....	7
<b>3. Gestaltungsrahmen eines Datenraums</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Grundlegende Bausteine</b> .....	<b>12</b>
Fundamentalschicht („Foundation Layer“) .....	12
Anwendungsschicht („Application Layer“).....	15
Marktschicht („Market Layer“).....	16
Übergreifende Tätigkeiten („Cross-Cutting Activities“) .....	17
<b>5. Datenraum Governance</b> .....	<b>18</b>
<b>6. Verschiedene Typen an Datenräumen</b> .....	<b>20</b>
Datenraum mit horizontalem Datenaustausch .....	20
Datenraum mit vertikalem Datenaustausch .....	20
Datenraum mit horizontalem und vertikalem Datenaustausch.....	20
<b>7. Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	<b>22</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>24</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>25</b>

# 1. Einleitung: Warum Datenräume?

Ein hoher nationaler und internationaler Wettbewerbsdruck und neue regulatorische Vorgaben erfordern ein zunehmend offensives Handeln. Gleichzeitig sind die Entwicklung anspruchsvoller und inhärent komplexer Produkte mit hohem Kundennutzen, ein gesichertes wirtschaftliches Wachstum und die Gewährleistung wirtschaftlicher Stabilität in resilienten Wertschöpfungsnetzen bedeutende Handlungsfelder in der Industrie.

Ein zentraler Erfolgsfaktor zur erfolgreichen Bewältigung der hiermit verbundenen Herausforderungen ist die enge Kooperation und Kollaboration der unmittelbar an der Wertschöpfung im Automobilsektor beteiligten Unternehmen. Dies ist allerdings mit nicht unerheblichen Herausforderungen verbunden, wobei die Grundherausforderung darin besteht, Daten und weitere wertschöpfungsrelevante digitale Assets über Unternehmensgrenzen hinweg zu teilen und diese als Grundlage intensiver Zusammenarbeit nutzen zu können bzw. nutzbar zu machen.

Um Unternehmen in diesem Bereich nicht nur zu unterstützen, sondern auch zu befähigen, bieten föderierte Daten- und Dienste-Ökosysteme sowie die darin integrierten Datenräume (Data Spaces) einen gemeinsamen Rahmen. Datenräume bieten die erforderlichen Basiskonzepte und -technologien für eine digitale Infrastruktur, die die bestehende Wertschöpfung bewahrt und stärkt. Gleichzeitig eröffnen Datenräume neue Möglichkeiten zur Entwicklung digitaler Produkte und innovativer, digital geprägter bzw. daten-getriebener Geschäftsmodelle. So sind Datenräume eine effiziente und effektive Technologie für die neuen Formen der datenzentrierten Kollaboration, wobei Vertrauen, Daten- und Technologiesouveränität, die Nutzung offener und frei verfügbarer Standards, die Nachvollziehbarkeit von Prozessen und Verarbeitungsschritten sowie die Einhaltung von Datennutzungsverträgen fundamentale Teilaspekte darstellen, die „by-design“ umgesetzt werden.

In diesem Dokument werden die zur Realisierung eines Datenraums erforderlichen Konzepte und Technologiebausteine zusammenfassend und technologie-neutral vorgestellt (siehe *Foundation Layer*). Auf dem Foundation Layer aufbauend wird erörtert, wie Anwendungen realisiert (siehe *Application Layer*) und über einen Marktplatz zur Nutzung angeboten werden können (siehe *Marketplace Layer*). Damit bietet dieses Papier neben einer grundlegenden konzeptuellen und technischen Orientierung auch eine anwendungs- und nutzungsorientierte Sicht auf das Themenfeld, die sich vorrangig an Anwendungsentwickler und Nutzer richtet.

Im Allgemeinen können unterschiedliche Datenräume unterschiedliche Gestaltungsmerkmale aufweisen und obwohl die folgenden Ergebnisse und Erkenntnisse maßgeblich auf die Datenraum Initiativen *Catena-X* und *Gaia-X 4 Future Mobility*<sup>1</sup> zurückzuführen sind, lassen sich

---

<sup>1</sup> *Catena-X* und *Gaia-X Future Mobility* stellen verschiedene Grundlagen und praxisrelevante Pilotanwendungen zu weiten Teilen als Open-Source-Projekte zur Verfügung, sodass eine weitere Nutzung direkt ermöglicht werden

Initiativen *Catena-X* und *Gaia-X 4 Future Mobility*<sup>1</sup> zurückzuführen sind, lassen sich alle nachfolgenden Bausteine sowie der Ordnungsrahmen im Allgemeinen unabhängig der zugrundeliegenden Domäne und des Vorhabens auf jede Datenrauminitiative übertragen. Als Resultat stehen die in diesem Papier vorgestellten Bausteine im Einklang zum *Data Space Blueprint* des DSSC<sup>2</sup> und bilden einen allgemeingültigen Bauplan. Dieser wird in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

---

<sup>1</sup> *Catena-X* und *Gaia-X Future Mobility* stellen verschiedene Grundlagen und praxisrelevante Pilotanwendungen zu weiten Teilen als Open-Source-Projekte zur Verfügung, sodass eine weitere Nutzung direkt ermöglicht werden kann. Zum Beispiel sind dies grundlegende Softwarekomponenten zur Instanziierung eines Datenraumes sowie einzelne Use-Case-Umsetzungen, wie beispielsweise zur unternehmensübergreifenden CO<sub>2</sub>-Bilanzierung sowie einem Partnermanagement mit Blick auf die Einhaltung sozialer und umweltbezogener Standards.

<sup>2</sup> DSSC: Data Space Support Centre. Details zum Data Space Blueprint lassen sich unter dem folgenden Link entnehmen: <https://dssc.eu/>

## 2. Kernprinzipien eines erfolgreichen Datenraums

Ein Datenraum (Data Space) stellt die Grundlage für den Austausch von Daten in verteilten Daten- und Service-Ökosystemen dar, welche Vertrauen, Daten- und Technologiesouveränität, Offenheit über etablierte Standards und Vereinbarungen sowie Prozesse und Regelwerke sicherstellt. Der Betrieb eines Datenraumes basiert auf Kerndiensten (z.B. sind dies Konnektoren, Katalog-Dienste und Dienste zur Prüfung digitaler Identitäten) als auch auf ergänzenden Unterstützungsdiensten (dies sind z.B. Dienste zur Vergabe digitaler Identitäten) und weiteren domänenspezifischen Diensten wie auch konkreten Anwendungen.

### Entwurfprinzipien eines Datenraums

Funktional fokussiert sich ein Datenraum auf die technische, organisatorische und regulatorische Ermöglichung eines multi-lateralen Datenaustausches zwischen unabhängigen und sich gegebenenfalls vorab unbekanntenen Organisationen (Legal Entities) – folglich insbesondere auf dessen Enablement. Verschiedene fundamentale Gestaltungsprinzipien, Konzepte und Mechanismen gewährleisten in diesem Zusammenhang die Interoperabilität – innerhalb eines Datenraums ebenso wie zwischen verschiedenen Datenräumen – und die Daten- sowie Technologiesouveränität. Sie fördern das Vertrauen im Sinne eines Trust-by-Design<sup>3</sup>:

- *Interoperabilität* ermöglicht bzw. fördert die effiziente und effektive (IKT-gestützte) Zusammenarbeit zwischen zwei Organisationen auf technischer, syntaktischer, semantischer, organisatorischer und regulatorischer Ebene. Dabei wird sowohl die Interoperabilität zwischen den einzelnen Teilnehmern innerhalb eines Datenraumes als auch zwischen verschiedenen Datenräumen betrachtet.
- *Daten- und Technologiesouveränität* ist eines der Kernprinzipien eines jeden Datenraums. Diese stellt sicher, dass jeder Teilnehmer zu jedem Zeitpunkt die vollständige Kontrolle über seine Daten besitzt und behält. Auf der Grundlage klar definierter und rechtlich bindender Nutzungsvereinbarungen können z. B. individuelle Bedingungen definieren, wer, wann und zu welchen Zwecken auf welche Daten zugreifen kann.
- *Trust-by-Design* wird in einem Datenraum durch die Implementierung sogenannter Trust-Anchors gewährleistet. Beispielsweise ermöglichen überprüfte, rechtlich bindende und fälschungssichere Identitäten eine klare und verlässliche Identifizierung eines jedes Anbieters und Nutzers von Daten.

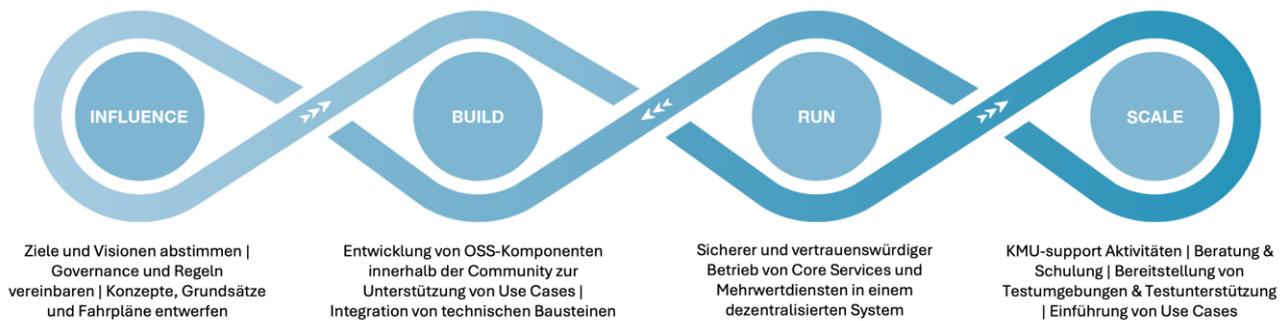
Alle technischen, organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen und Regelwerke, die gewährleisten, dass die oben genannten Gestaltungsprinzipien eingehalten und mit rechtlicher Verbindlichkeit umgesetzt werden, sind im sogenannten *Operating Modell* eines Datenraums verankert. Dieses Modell basiert unter anderem auf verschiedenen Einzelregelungen, wie z.B. Rulebooks.

---

<sup>3</sup> „Trust-by-Design“ bedeutet, dass alle Aspekte zur Sicherstellung einer Vertrauensbasis zwischen allen Teilnehmern des Ökosystems von Anfang an, kontinuierlich und ganzheitlich während des gesamten Entwicklungsprozesses berücksichtigt wurden und sich in allen Aspekten der zugrundeliegenden Architektur widerspiegeln.

## Erfolgsfaktoren eines Datenraums

Der Aufbau, der operative Betrieb und die Skalierung eines erfolgreichen Datenraums mit globaler Reichweite unterliegt eigenen Erfolgsfaktoren. Zu diesem Zweck beschreibt die „Datenökosystem-Doppelhelix“<sup>4</sup> der *Plattform Industrie 4.0* ein integriertes end-to-end-Zielbild für dessen Aufbau, welches die ineinandergreifenden Stufen und Erfolgsfaktoren in die vier in Wechselwirkung stehenden Bausteine „Influence“, „Build“, „Operate“ und „Scale“ aufteilt und diese ganzheitlich harmonisiert (siehe **Abbildung 1**).



**Abbildung 1** Wie funktionieren industrielle Datenökosysteme? (© Plattform Industrie 4.0)

Der Baustein „Influence“ stellt sicher, dass der Datenraum als Datenökosystem effizient und nachhaltig gestaltet wird und umfasst zu diesem Zweck die Festlegung von Zielen und Visionen, die Koordination und Abstimmung von Akteuren sowie die Entwicklung und Durchsetzung von Richtlinien und Standards.<sup>5</sup>

Anmerkung: Der Baustein „Influence“ wird durch die Rolle des *Governance Bodies* verkörpert, welcher der Entwicklung und Umsetzung bzw. dessen strategischen Lenkung und Steuerung dient (siehe Kapitel 5 Datenraum-Governance).

Baustein „Build“ bezieht sich auf die eigentliche Projektinitiierung und Entwicklung der erforderlichen grundlegenden Bausteine und branchen- und anwendungsspezifischen Anwendungen. Obwohl ein Datenraum in der Regel domänen- und branchenspezifischen Anforderungen unterliegen, profitieren diese von gemeinsamen Ansätzen zur Datenanbindung, interoperablen Datenmodelle, Trust Frameworks sowie technischen Infrastrukturen.<sup>6</sup>

Anmerkung: Der Baustein „Build“ wird im Folgenden unter Zuhilfenahme des in **Abbildung 2** dargestellten Datenraum-Gestaltungsrahmens (das „Data Space Context-Setting Framework“), bzw. im konkreten durch dessen *Foundation und Application Layer* betrachtet, da hier die grundlegenden Bausteine für Datenökosysteme entwickelt werden.

Der Baustein „Run“ definiert den sicheren und vertrauenswürdigen Betrieb der Core Services sowie der darauf aufbauenden Mehrwertdienste. Um das Zusammenspiel der Netzwerkakteure, den

<sup>4</sup> Quelle: <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Standardartikel/Manufacturing-X-industrielle-Datenoekosysteme.html>.

<sup>5</sup> Ebd.

<sup>6</sup> Ebd.

Austausch von Daten und damit die tatsächliche Wertschöpfung im Datenökosystem zu ermöglichen, muss mindestens eine zertifizierte Organisation (sogenannte *Operating Company*) die erforderliche Systemlandschaft für den vertrauenswürdigen Betrieb etablieren und gewährleisten. Dies umfasst, neben der technischen Infrastruktur, Dienste für Onboarding und Enabling, Data Publishing und Discovery sowie zur Sicherstellung von Konformität und Vertrauenswürdigkeit, auf denen kommerziell nutzbare Marktplätze Applikationen und Services anbieten.<sup>7</sup>

Anmerkung: Der Baustein „Run“ bzw. die Anforderungen an den sicheren und vertrauenswürdigen Betrieb eines Datenraums-Baustein werden in der Regel in einem Operating Model verankert (siehe Kapitel 5 Datenraum-Governance).

Der Baustein "Scale" fokussiert sich auf die nationale und globale Ausweitung industrieller Datenökosysteme und Initiativen. Ein florierendes Datenökosystem lebt von der Dynamik und dem ständigen Austausch zwischen den Teilnehmern, der daraus resultierenden wechselseitig ermöglichten Innovationen und ständigen Verbesserungen. Um dies zu ermöglichen und zu fördern, müssen die Akteure den gegenseitigen Austausch und Wissenstransfer sicherstellen. So müssen bspw. Verbände, Initiativen und nationale Hubs zusammenarbeiten, um Visionen, Konzepte und Ideen in verschiedene Länder und Branchen zu tragen und den Zugang zu Technologie und Wissen zu erleichtern.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Quelle: <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Standardartikel/Manufacturing-X-industrielle-Datenoekosysteme.html>.

<sup>8</sup> Ebd.

### 3. Gestaltungsrahmen eines Datenraums

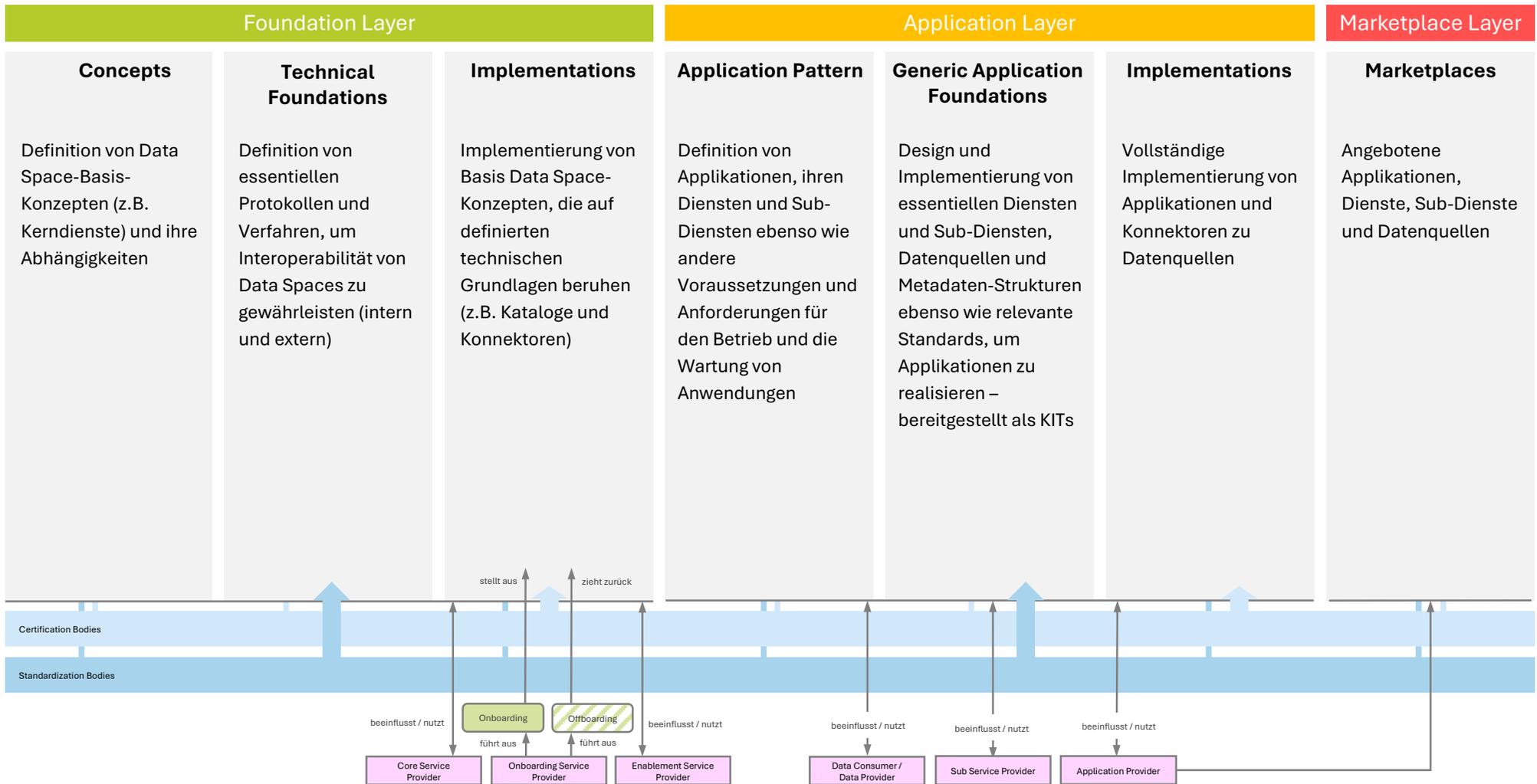
Ein Datenraum, die sich darauf abstützenden Anwendungen sowie die Darstellung der marktrelevanten Assets lassen sich als unterschiedliche Schichten betrachten:

- Der *Foundation Layer* bildet das technische Fundament und stellt die notwendigen IT-technischen Bausteine zur Verfügung, um einen Datenraum zu instanzieren. Er kann als eine Art „Maschinenraum“ betrachtet werden. Der *Foundation Layer* bietet die grundsätzlich erforderlichen Bausteine zum vertrauenswürdigen Datenaustausch, fördert und sichert Daten- und Technologie-Souveränität und implementiert wichtige Elemente des Trust-Anchor in einem Datenraum – u.a. die Prüfung digitaler Identitäten und vereinbarter Nutzungsverträge.
- Der unternehmerische Mehrwert wird im *Application Layer* realisiert. In dieser Schicht werden die konkreten Anwendungen im Sinne von Services sowie die zu ihrer Umsetzung erforderlichen Sub-Services bereitgestellt. Die zum Aufbau einer Anwendung erforderlichen Bausteine (Rulebooks, relevante Domänenstandards, Metadatendarstellungen, Sub-Services) können in Form von KITS (*Keep It Together*) zusammengefasst für Anwendungsentwickler bereitgestellt werden, um einen schnellen Einstieg in die Anwendungsentwicklung zu ermöglichen.
- Der *Marketplace Layer* dient der Bereitstellung von Anwendungen und Services, einzelnen Sub-Services oder auch Datenangeboten auf einem Marktplatz für alle Teilnehmer eines Datenraumes.

Aus Sicht des Anwenders stellen der *Application* und der *Marketplace Layer* die relevanten Schichten dar. Der *Foundation Layer* dagegen bietet für den Anwender eher „unsichtbare“ Bausteine, welche die grundlegenden Gestaltungsprinzipien eines Datenraums zu jedem Zeitpunkt sicherstellen. Dies bedeutet auch, dass ein *Business Application Provider* sich auf den *Application Layer* fokussieren kann, ohne sich mit den technischen Details des *Foundation Layers* befassen zu müssen.

Diese schichtenbasierte Aufteilung erlaubt es, dass sich die verschiedenen Rollen im Kontext eines Datenraumes als auch im Kontext der darauf aufsetzenden Anwendungen auf ihre jeweils wesentlichen Aspekte fokussieren können. **Abbildung 1** ordnet die bisher als relevant identifizierten Rollen den drei Schichten *Foundation Layer*, *Application Layer* und *Marketplace Layer* zu. Über die einzelnen Schichten hinaus untergliedert **Abbildung 2** diese zusätzlich in ihrer inneren Struktur. Hierbei werden im Grunde genommen jeweils drei unterschiedliche Perspektiven dargestellt, welche die konzeptuellen Elemente der Schicht, die zu ihrer Umsetzung notwendigen technologischen Grundlagen sowie schließlich auch konkret verfügbare Implementierungen adressieren.

Flankierend sind die übergreifenden Querschnittsthemen der Standardisierung und Zertifizierung dargestellt.



**Abbildung 2:** "Context-Setting Framework" eines Datenraums

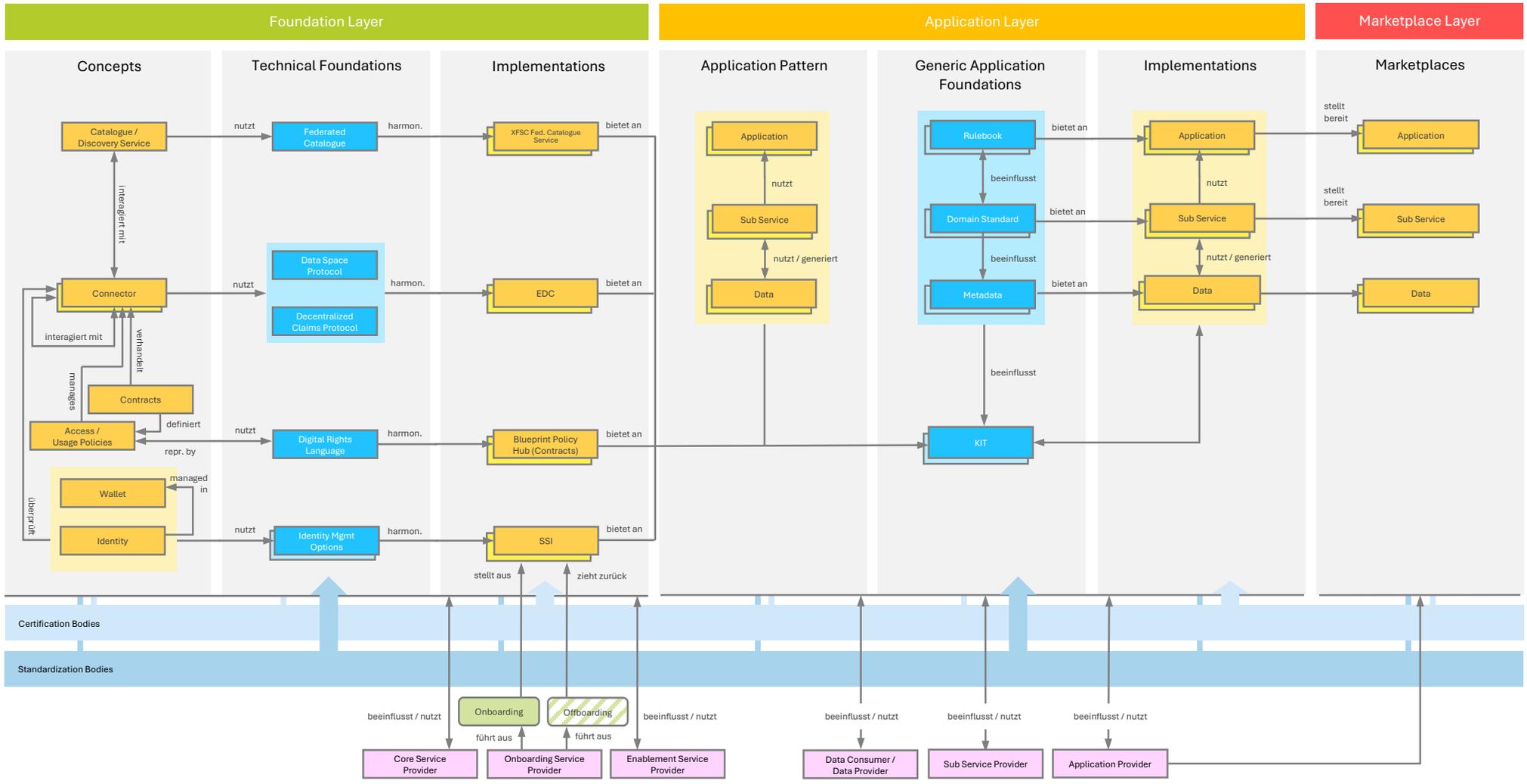


Abbildung 3: Grundlegende Bausteine eines Datenraums

## 4. Grundlegende Bausteine

Auf Grundlage des in **Abbildung 2** gezeigten Übersichtsbildes, lassen sich weitere essenzielle Aspekte und Bausteine eines Datenraums, darauf basierender Anwendungen und ihrer Darstellung in Richtung eines Marktes aufschlüsseln und inklusive ihrer Bezüge oder Wechselwirkungen darstellen – siehe **Abbildung 3**.

Im weiteren Verlauf des Papiers wird diese Detaillierung erläutert.

### Fundamentalschicht („Foundation Layer“)

Die grundsätzliche Funktionalität des Datenraumes stützt sich auf den *Foundation Layer* ab. Im Unterabschnitt *Concepts* wird die konzeptuelle Sicht auf die hierzu notwendigen Bausteine dargestellt. Der Unterabschnitt *Technical Foundations* benennt technische Grundlagen in Form von zwingend umzusetzenden Protokollen und möglichst aufzugreifenden Technologien, die eine Akzeptanz im Kontext der Daten- / Dienste-Ökosysteme bzw. der Datenräume besitzen. Der Unterabschnitt *Implementations* benennt einzelne verfügbare Implementierungen.

### Konzepte („Concepts“)

Definition von grundlegenden Datenraumkonzepten (z.B. *Core-* und *Enablement-Services*) sowie deren Abhängigkeiten untereinander.

- *Catalogue / Discovery Services* ermöglichen es, verfügbare Datenquellen und deren Metadaten zu identifizieren und zu durchsuchen. Diese befähigen dazu, *Business Application*-relevante Daten innerhalb eines Datenraums zu finden und darauf zuzugreifen, indem Informationen über die Datenquellen bereitgestellt werden, wie z.B. deren Zugriffsadresse, Struktur und / oder Zugriffsrechte.
- Ein *Connector* ist eine generalisierte Schnittstelle für den tatsächlichen Datenzugriff. Über diesen Baustein wird insbesondere auch die Nutzung der Daten kontrolliert – das heißt, es werden beispielsweise die vereinbarten Zugriffsrechte der anfragenden Nutzer, die Nutzungsumfänge der Daten sowie vereinbarte Nutzungszeiträume, in denen auf die Daten zugegriffen werden kann, vor dem Datenzugriff geprüft.
- *Contracts* sind bindende Vereinbarungen, die einen Vertrag für das Sammeln, Speichern, Teilen und Verwenden von Daten zwischen den Teilnehmern festhalten. Diese beinhalten in der Regel:
  - *Access Policies* legen fest, auf welche Daten ein Nutzer zugreifen darf und unter welchen Bedingungen dieser Zugriff erfolgt.
  - *Usage Policies* definieren, wie die Daten nach dem Zugriff verwendet werden dürfen, einschließlich Einschränkungen und Bedingungen für die Nutzung, um sicherzustellen, dass die Daten gemäß den festgelegten Regeln (*Contracts*) und Vereinbarungen verwendet werden.
- Die eindeutige *Digital Identity* spielt im Kontext eines Datenraums eine fundamentale Rolle für den Aufbau von Vertrauen. Digitale Identitäten stellen sicher, dass Anbieter und Nutzer von

Daten eindeutig identifiziert werden. Darüber hinaus werden an diesen Identitäten die Verwaltung von Zugriffsrechten und Berechtigungen gekoppelt.

- Ein *Wallet* ermöglicht das sichere Speichern und Verwalten von digitalen Identitäten und Berechtigungen, wodurch der Zugriff auf verschiedene Daten und Dienste kontrolliert werden kann.

## Technische Grundlagen („Technical Foundations“)

Auf dieser Ebene erfolgt die Definition der wesentlichen Protokolle und Verfahren zur Gewährleistung der Interoperabilität von Datenräumen – sowohl innerhalb eines Datenraumes als auch zur Vernetzung verschiedener Datenräume nach föderalen Prinzipien.

- Ein *Federated Catalogue* ist ein Verzeichnis innerhalb eines Datenraumes, das es ermöglicht, Daten und andere digitale Assets, wie z.B. Modelle, in verschiedenen Quellen, wie z.B. Datenbanken oder anderen Speicherlösungen der Datenanbieter in einem Datenraum, zu entdecken (Discovery). Dies ist der erste Schritt zur Vorbereitung des Datenzugriffs und der Datennutzung. Die Daten selbst und auch weitere Assets sind ausschließlich in den Systemen ihrer Anbieter gespeichert – im Federated Catalogue sind die Assets und weitere technische Informationen zum Zugriff auf diese ausschließlich über Metadaten charakterisiert.
- Das *Dataspace Protocol* (DSP) ist eine umfassende Spezifikation, die darauf abzielt, sicheren, vertrauenswürdigen und interoperablen Datenaustausch zwischen verschiedenen Entitäten zu ermöglichen.
- Das *Decentralized Claims Protocol* (DCP) ist ein Protokoll, das dazu dient, organisatorische Identitäten und Vertrauensbeziehungen in dezentralen Systemen durch Identitätstoken, Verifiable Credentials und die Unterstützung mehrerer Vertrauensanker zu verwalten und zu vermitteln.
- Das *Identity Management* ist technologieoffen und erlaubt verschiedene Basistechnologien, solange diese sicherstellen, dass Teilnehmer eindeutig identifiziert, authentifiziert und autorisiert werden können.

## Implementierungen („Implementations“)

Zur Instanziierung eines Datenraumes werden konkrete Umsetzungen benötigt, wobei es mehrere Ausprägungen geben kann, welche die oben genannten technischen Grundlagen aufgreifen und jeweils auf Basis gemeinsamer Standards interoperabel sein müssen (z.B. gilt dies für die *Catalogue Services* und die *Connectoren*).

- Der *Eclipse XFSC<sup>9</sup> Federated Catalogue* ist ein Beispiel für eine konkrete technische Implementierung eines *Federated Catalogues*.
- Der *Eclipse Data Space Connector* (EDC) ist ein Beispiel für eine konkrete technische Implementierung der DSP- sowie der DCP-Spezifikationen.
- Ein *Blueprint Policy Hub* spielt eine elementare Rolle für das Contracting in einem Datenraum, indem standardisierte Rahmenbedingungen und Vorlagen für Verträge und Vereinbarungen

---

<sup>9</sup> XFSC: Cross Federation Services Components.

innerhalb der Datenräume definiert und als Blaupause für den Datenaustausch und die -Nutzung bereitgestellt werden.

- Ein Beispiel für eine technische Umsetzung digitaler Identitäten ist die *Self-Sovereign Identity* (SSI). Die hierüber bereitgestellten Identitäten können dann in der Wallet verwaltet und aus dieser auch bereitgestellt werden.

## Rollen („Roles“)

- Der *Core Service Provider* ist für die Bereitstellung, den Betrieb und die Wartung der *Core Services* verantwortlich. Core Services bezeichnen Funktionen und Services, welche den grundsätzlichen Betrieb des Datenraums unterstützen – insbesondere sind dies die Services des *Foundation Layer*. *Federated Catalogues* oder *Discovery Services* sind ein Beispiel für erforderliche *Core Services*.
- Ein *Onboarding Service Provider* bindet Nutzer, die hierzu über eine eindeutige digitale Identität verfügen müssen, in den Datenraum ein oder entfernt diese. Falls eine solche Identität nicht vorliegt, unterstützt der *Onboarding Service Provider* dabei, eine solche digitale Identität zu erhalten. Durch ihn werden darüber hinaus Dokumentationen, Prozessbeschreibungen und Tools bereitgestellt, die neuen Teilnehmern eine effiziente Orientierung ermöglichen und dabei zudem sicherstellen, dass sie alle erforderlichen Standards und Protokolle einhalten.
- Ein *Enablement Service Provider* ist mit der Bereitstellung, dem Betrieb und der Wartung solcher Services betraut, die es ermöglichen Daten aus technischer Sicht anzubieten oder diese zu nutzen. Dies sind im Allgemeinen dezentral betriebene Einzelkomponenten, wie z.B. einen Connector oder eine *Digital Twin Registry*. Diese Komponenten können zum Betrieb in der eigenen IT-Infrastruktur oder As-a-Service angeboten werden.

## Anwendungsschicht („Application Layer“)

Fachliche Mehrwertdienste werden im Rahmen des *Application Layers* realisiert. Hier werden Business-relevante Anwendungsfälle und die dafür erforderlichen Daten, Dienste, Dokumente und Softwarepakete bereitgestellt.

## Anwendungsmuster („Application Pattern“)

Die *Application Pattern* definieren den Bauplan für Anwendungen, funktionale Aspekte der hierzu erforderlichen Dienste, ggf. notwendige Unterdienste, Datenquellen und weitere Voraussetzungen für den Betrieb und die Wartung der Anwendung.

- (*Business*) *Applications* repräsentieren den „Bauplan“ für konkrete Anwendung. Dies umfasst beispielsweise die Definition von Syntax und Semantik von Nachrichten, Kommunikationsabläufen und anderweitigen erforderlichen Rahmenwerken um eine Interoperabilität zwischen unabhängig entwickelten Anwendungen zu realisieren.
- *Sub-Services* sind hier als ein Sammelbegriff für Services zu verstehen, welche übergeordnete Anwendungsfälle unterstützen. Diese stellen keine vollumfängliche Anwendung dar, sondern unterstützende (datenverarbeitende) Funktionalitäten und Services, welche wiederum von den vielfältigen (*Business*) *Applications* zur Realisierung von aufbauenden Mehrwertdienste aufgegriffen werden können.
- Unterschiedliche Applikationen benötigen je nach Anwendungsfall, Anwendungsscope und Anwendungskontext unterschiedlichste Daten und stellen wiederum eine breite Palette an verschiedenen Daten bereit. Um eine (semantische) Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Anwendungen zu gewährleisten, basieren diese ebenfalls auf gemeinsamen Standards.

## Generische Anwendungsgrundbausteine („Generic Applications Foundation“)

Hier erfolgt die konkrete Umsetzung wesentlicher Dienste und Unterdienste. Es werden die notwendigen Datenquellen ausgewählt und die erforderlichen Metadatenstrukturen beschrieben sowie relevante Standards, die bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind, zur Verfügung gestellt. Diese einzelnen Elemente können in Form von KITS gebündelt und bereitgestellt werden – die KITS ermöglichen einen schnellen Start bei der Applikationsentwicklung.

- Ein *Rulebook* ist ein umfassendes Dokument, das alle funktionalen, technischen, operativen und rechtlichen Vereinbarungen enthält, die für die Einrichtung und den Betrieb von Datenräumen und darauf basierender Applikationen erforderlich sind. Es definiert insbesondere verbindliche und optionale Regeln, die dazu beitragen, dass Datenangebote eines Datenraumes und darauf basierende Applikationen zusammenpassen bzw. interoperabel sind, die notwendige Sicherheit geboten wird und schlussendlich die Grundlage für eine vertrauensvolle Kooperation / Kollaboration gelegt wird.
- Ein *Domain Standard* ist ein spezifischer Satz von Regeln, Protokollen und Spezifikationen, die innerhalb einer speziellen Domäne oder in einem bestimmten Anwendungsrahmen bereits etabliert sind, um die Interoperabilität und den Datenaustausch zu erleichtern. Unterschiedliche Datenräume können unterschiedlichen Domänenstandards unterliegen.

- *Metadata* bzw. *Metadaten* ermöglichen beispielsweise das Auffinden und die Nutzung von Daten, indem sie strukturierte Informationen bereitstellen, welche die Daten einer Applikation beschreiben. Ebenso können sie dabei helfen, Datenangebote zu kontextualisieren, sodass unter anderem ihr Gültigkeitsbereich eingeschätzt und die Daten auch aus Datenqualitätsperspektive bewertbar und prüfbar sind.
- Ein *KIT* ist ein Bündel verschiedener digitaler Artefakte. Dies können beispielsweise Softwarerahmenwerke oder (Sub-)Services sein, die erste Implementierungsschritte für eine Anwendung erleichtern, sowie etablierte Standards und Dokumente, die betriebliche Anforderungen fixieren. Diese einzelnen Elemente erleichtern und beschleunigen die Entwicklung und Integration praxisrelevanter Anwendungen.

## Implementierungen („Implementations“)

Im Block der *Implementations* erfolgt die Umsetzung von Applikationen, wobei auf die zuvor definierten Elemente, Bausteine und insbesondere KITs zurückgegriffen wird. Die folgenden Artefakte sind in diesem Zusammenhang zentral:

- (*Business*) *Applications* werden gemäß den Vorgaben der *Application Patterns* und *Generic Applications Foundations* – also auf Basis der im Datenraum geltenden Standards – vollständig umgesetzt. Ein Beispiel hierfür ist die Erfassung und Verarbeitung des *Product Carbon Footprints* (PCF)-Wertes von Produkten über die gesamte Lieferkette bzw. Wertschöpfung hinweg.
- Ein Beispiel für einen konkreten Sub-Service ist die methodisch bzw. formal korrekte Berechnung des PCF-Wertes auf Basis von bereitgestellten, maschinenlesbaren Daten. Dieser Sub-Service kann beispielsweise durch eine übergeordnete PCF-Applikation aufgerufen werden, welche die Ergebnisse der Kalkulation Endnutzertauglich aufbereitet oder in einen größeren Kontext setzt.
- *Data* repräsentiert alle notwendigen Daten für einen Anwendungsfall, beispielsweise alle benötigten Attribute und Werte zur Beschreibung eines PCF-Wertes, die in der Regel aus verschiedenen Quellsystemen zusammengetragen werden und syntaktisch sowie semantisch interoperabel sein müssen.

## Rollen („Roles“)

- Ein *Data Consumer* / *Data Provider* repräsentiert eine Organisation bzw. Legal Entity, welche Daten zur Verfügung stellt, nutzt und verarbeitet, um mit anderen Unternehmen datenbasiert zu kooperieren bzw. kollaborieren.
- Ein *Sub Service Provider* repräsentiert eine Organisation bzw. Legal Entity, welche Services zur Verfügung stellt, die zur Implementierung von Applikationen bzw. Applikationsteilen genutzt werden können.
- Ein (*Business*) *Application Provider* ist für die Bereitstellung, den Betrieb und die Wartung von Applikationen gemäß geltenden Standards verantwortlich, welche ein bestimmtes Branchenproblem lösen und einen geschäftlichen Mehrwert generieren.

## Marktschicht („Market Layer“)

Der *Market Layer* konzentriert sich auf die wirtschaftlichen und geschäftlichen Aspekte des Datenhandels. Dieser Layer schafft wirtschaftliche Anreize und stellt die Sichtbarkeit bzw.

Auffindbarkeit der angebotenen Daten und Applikationen zwischen Applikationen und Endanwendern sicher.

Entsprechend stellt der *Marketplace Layer* Applikationen bzw. Services, Sub-Services und Daten des *Application Layers* zur kostenpflichtigen bzw. je nach Geschäftsmodell auch kostenlosen Nutzung (auf einem Marktplatz oder auf mehreren verschiedenen Marktplätzen) bereit und sichert den barriere- und diskriminierungsfreien Zugang zu diesen. Dies umfasst unter anderem eine dazu erforderliche Katalogisierung sowie Indexierung der digitalen Artefakte und Produkte.

## Übergreifende Tätigkeiten („Cross-Cutting Activities“)

Um eine inhärent durch verteilte Konzepte und Bausteine geprägte Struktur effizient umzusetzen, zu betreiben und zu skalieren, sind verschiedene Cross-Layer-Aktivitäten erforderlich. Dazu gehören insbesondere Maßnahmen zur Festigung von Best Practices und „gelebten Standards“ sowie zur Standardisierung und, falls notwendig, zur Konformitätsprüfung und Zertifizierung.

- Standardisierung ist unerlässlich, um die Interoperabilität durch Festlegung gemeinsamer Rahmenbedingungen und klar definierter Vereinbarungen zu gewährleisten. Standards legen die notwendigen Anforderungen für eine nahtlose Interaktion von Systemen, Produkten oder Dienstleistungen unter klar definierten Rahmenbedingungen fest. Ebenfalls können Best-Practices und „gelebte Standards“ aus jeweils adressierten Branchen weitergehend etabliert werden, auch ohne eine formale Standardisierung anzustreben.
- Die Konformitätsbewertung ist ein Prozess zur Bewertung und Überprüfung der Eigenschaften eines Produktes, Systems oder einer Dienstleistung. Geprüft und bewertet wird hierbei die Einhaltung zuvor festgelegter Standards und Regularien (vgl. Standardisierung). Ein hieraus abgeleitetes Zertifikat garantiert die Interoperabilität und fördert Vertrauen von Nutzern einer Leistung.

## 5. Datenraum-Governance

Daten- und Dienste-Ökosysteme bzw. Datenräume sind keine zu einem Moment fixierten Strukturen. Es ist Bestandteil ihres Konzeptes, dass sie sich kontinuierlich weiterentwickeln und immer wieder innovative Anwendungen integrieren können – wie ein jedes System unterliegen sie einer gewissen Evolution. Damit zu jedem Zeitpunkt ein operativ nutzbares IT-System zur Verfügung steht und die Interoperabilität sowie Datensouveränität zu jedem Zeitpunkt gewährleistet bleibt, sind auch für dessen Weiterentwicklung klare Rahmenbedingungen zu schaffen und Mechanismen aufzuzeigen. Insbesondere müssen hierbei sowohl die Bedarfe eines Daten-Dienste-Ökosystems bzw. Datenraums auf technischer und funktionaler Ebene mit den Interessen der Teilnehmer in Einklang gebracht werden. Hierzu müssen verschiedene Rollen umgesetzt werden.

- Der *Standardization Body* ist für die Entwicklung und Aufrechterhaltung der durch alle Akteure akzeptierten Standards verantwortlich. Je nach Ausprägung schließen die Verantwortungsbereiche des Standardization Bodies neben den Process Ownerships beispielsweise sowohl die fachliche und methodische Qualitätssicherung der Standards als auch die Definition von übergeordneten Regeln für das Erarbeiten und das Zusammenspiel von Standards ein.
- Der *Conformity Assessment Body* übernimmt prüfende Aufgaben und ist hierzu entsprechend qualifiziert. Der *Conformity Assessment Body* wird üblicherweise durch den Governance Body akkreditiert und dient der Überprüfung der Einhaltung von technischen Standards innerhalb eines Datenraums, sodass die Einhaltung der grundlegenden Prinzipien bzw. Qualitätseigenschaften eines Datenraums (wie z.B. Interoperabilität) gewährleistet wird.
- Der *Governance Body* ist verantwortlich für die neutrale Steuerung eines Daten- / Dienste-Ökosystems und Datenraumes. Dies schließt z.B. die Initiierung von Standardisierungs-, Qualifizierungs- und Zertifizierungsprozessen mit ein, deren Notwendigkeit herausgearbeitet und plausibilisiert werden muss. Ebenfalls sind Anforderungen an die Teilnehmer zu definieren, die z.B. niedrige Eintrittshürden zur Teilnahme an einem Datenraum gewährleisten.

Die Datenraum Governance wird üblicherweise in einem sogenannten Operating Model verankert. Das Operating Model beschreibt und normiert zu diesem Zweck das grundlegende organisatorische Zusammenspiel aller beteiligten Rollen, ihren Rechten und Verantwortlichkeiten, ihren Beziehungen zueinander und zur Umwelt sowie die technischen, organisatorischen und regulatorischen Leitlinien. Dies umfasst die Definition aller erforderlichen Rahmenbedingungen, die für den erfolgreichen, operativen Betrieb des Datenraums erforderlich sind. Dies umfasst im Kern:

- Fundamentale Prinzipien oder goldene Regeln, welche die elementaren Qualitätseigenschaften und Entwurfsprinzipien des Datenraums sicherstellen.
- Prozesse und Abläufe, die für den effektiven und effizienten Betrieb des Datenraums erforderlich sind. Dies umfasst insbesondere die Standardisierung, die Zertifizierung sowie das On- und Offboarding.
- Technologien, wie etwa der Connector als fundamentale Enabler, die den Betrieb des Datenraums unterstützen und die Einhaltung der goldenen Regeln sicherstellen.

- Rollendefinitionen sowie die dazugehörigen Rechte und Verantwortlichkeiten im Rahmen des Datenraums.

Zusammenfassend ermöglicht das Operating Model die aktive sowie barriere- und diskriminierungsfreie Teilnahme von Unternehmen und etabliert den gemeinsamen, von allen Akteuren vereinbarten Rahmen, der den operativen Betrieb des Datenraums sicherstellt und dessen Akteure über die evolutionäre Entwicklung hinweg zusammenhält.

## 6. Verschiedene Typen an Datenräumen

Datenräume lassen sich aus Perspektive der Wertschöpfungsverläufe bzw. Wertschöpfungsphasen in verschiedene Kategorien unterteilen – *horizontal*, *vertikal* und *gemischt*. Jede dieser Kategorien basiert auf dem gleichen *Foundation Layer*, unterscheidet sich aber insbesondere stark in der Schicht der Applikation und der damit verbundenen Rulebooks sowie in Richtung Governance wirkenden Beiträge/Aktivitäten.

### Datenraum mit horizontalem Datenaustausch

Unterstützt ein Datenraum die kooperative und kollaborative Zusammenarbeit in einer Wertschöpfungsphase, so ist dies aus Sicht des Verbundes der Teilnehmer eine horizontale Verknüpfung ihrer einzelnen Wertschöpfungsbeiträge.

Beispiele:

- Mobility Data Space (MDS): Verschiedene Mobilitätsanbieter kooperieren / kollaborieren in einem Angebotsraum, um das Kundenerlebnis durch ein bruchloses, intermodales Mobilitätsangebot zu verbessern.
- Smart City Datenraum: Hierin werden verschiedenen Sektoren datentechnisch miteinander vernetzt, um z.B. die Planung von Verkehrsangeboten, Ladeinfrastrukturen und Umweltzonen in einem integrierten Ansatz durchführen zu können.

### Datenraum mit vertikalem Datenaustausch

Hierbei handelt es sich um eine Form der Kooperation / Kollaboration, bei der die Akteure Daten aus allen typischen Wertschöpfungsphasen austauschen. Dies ist z.B. bei vielen Entwicklungs- und Produktionsprozessen in der Automobilindustrie der Fall. Hier arbeiten OEM mit Tier-1 und weiteren Akteuren der Zulieferindustrie zusammen, um schließlich das Produkt Automobil zu erstellen, dieses im Markt bzw. in der Nutzung zu betreuen und schließlich auch im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu verwerten. Der Datenaustausch kann in einem solchen Fall z.B. nach dem *One-Up/One-Down-Prinzip*<sup>10</sup> erfolgen.

Beispiele:

- Catena-X in der Automobilindustrie, mit Use-Cases wie z.B. die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der gesamten Wertschöpfungskette Automobil.
- Aerospace-X in der Luft- und Raumfahrtindustrie, um ebenfalls die Kooperative / Kollaborative Produkterstellung zu unterstützen.

### Datenraum mit horizontalem und vertikalem Datenaustausch

Hierbei werden Elemente der horizontalen wie auch vertikalen Zusammenarbeit kombiniert, wobei die entsprechenden Wertschöpfungszusammenhänge gemeinsam abgebildet werden müssen.

---

<sup>10</sup> Das One-Up / One-Down-Prinzip von Teilen entlang der Lieferkette ermöglicht Transparenz und schnellen Informationszugriff, indem jeder Lieferant die nächste Stufe (One-Up) und die Bezugsquelle (One-Down) eines Teils kennt. Dies fördert Sicherheit, Risikominimierung, gesetzliche Einhaltung, Nachhaltigkeit und Menschenrechte.

Beispiele:

- Ein Fertigungs-Data Space, der branchenspezifische Betriebsdaten, z.B. aus der Fertigung, mit breiteren Marktdaten von Lieferanten und Kunden kombiniert, um Produktions- und Vertriebsstrategien zu optimieren.
- In der Projektfamilie Gaia-X 4 Future Mobility sind Anwendungssituationen von Interesse, die sowohl die Produkterstellung (vertikal) als auch betriebliche Prozesse der Flottenmanagements eng vernetzt miteinander betrachten (horizontal).

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend können unterschiedliche Datenräume verschiedene Gestaltungsmerkmale aufweisen. Jedoch unterscheiden sich unterschiedliche Datenräume in der Regel weniger in der Frage danach, „was“ umzusetzen ist, als vielmehr in der Frage, „wie“ etwas umzusetzen ist. So beschreibt der in diesem Papier entworfene *Datenraum-Ordnungsrahmen* bzw. das *Data Space Context-Setting Framework* allgemeingültige Bausteine, die ein jeder Datenraum ungeachtet der zugrundeliegenden Domäne bereitstellen muss. Die inhaltliche Ausgestaltung dieser Bausteine dagegen, also die Rechte und Pflichten der unterschiedlichen Rollen, die erforderlichen Trust- bzw. Vertrauenslevel an die Prozesse oder auch die technologische Basis unterliegt (zumindest in Teilen) der jeweiligen Domäne und Governance. So kann bspw. eine datenbasierte Zusammenarbeit unabhängig von ihrer Charakteristik – horizontal, vertikal, gemischt – auf den gleichen technischen Grundlagen aufgesetzt werden – *Foundation Layer*. Wesentliche Unterschiede ergeben sich allerdings erst auf dem *Application Layer* und im Bereich der *Rulebooks* sowie Governance.

Jedoch sind insbesondere im Bereich des *Foundation Layers* viele Entwicklungen bereits auf ein hohes Reifegradniveau gebracht worden. Hier kann bereits heute stark davon profitiert werden, auf einer gemeinsamen technologischen Basis wie etwa dem DSP und dem DCP sowie den darauf beruhenden Connectoren aufzubauen. Dies stellt nicht nur eine Grundlage für eine Datenraum-übergreifende Interoperabilität dar, sondern ermöglicht die direkte und fokussierte Arbeit für innovative Applikationen. Als Resultat kann der praktische Nutzen der datenbasierten Kooperation und Kollaboration barrierefrei in verschiedenen Anwendungsbereichen und Domänen realisiert und aufgezeigt werden. Beispiele hierfür sind:

- Nachhaltigkeit: Data Spaces können einen Mehrwert generieren, der über rein wirtschaftliche Überlegungen hinausgeht: Sie umfassen die optimierte Nutzung und Erhaltung natürlicher Ressourcen, die frühzeitige Erkennung oder sogar Vermeidung von Produktionsfehlern oder Unfällen sowie eine optimierte Wartung. Die Digitalisierung von Prozessen ermöglicht intelligentes, vernetztes Handeln, das für viele Interessengruppen Vorteile bietet. Insbesondere der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) kann neue, innovative Dienstleistungen ermöglichen und neue Potenziale erschließen.
- Verbesserte Datenintegration: Data Spaces ermöglichen die nahtlose Integration verschiedener Datenquellen, sodass Organisationen interne und externe Daten für umfassendere Erkenntnisse kombinieren können.
- Förderung von Innovation: Durch die Verbesserung des Zugangs zu und der Nutzbarkeit von Daten fördern Data Spaces Experimente und Innovationen und ermöglichen es Unternehmen, neue Produkte, Dienstleistungen und Strategien zu entwickeln.
- Verbesserte Entscheidungsfindung: Durch die Bereitstellung einer einheitlichen Datenansicht ermöglichen Data Spaces bessere Analysen und Berichterstattung, was zu fundierteren und gleichzeitig schnellen Entscheidungen führt.

- Zusammenarbeit über Silo-Grenzen hinweg: Data Spaces brechen Datensilos innerhalb von Organisationen auf, fördern die Zusammenarbeit zwischen Abteilungen und verbessern die Effizienz der Organisation insgesamt.
- Skalierbarkeit: Data Spaces können an die Bedürfnisse einer Organisation angepasst werden und wachsende Datenmengen und neue Datenquellen ohne wesentliche Neukonfiguration aufnehmen.
- Datenverwaltung und Compliance: Data Spaces verfügen über integrierte Governance-Frameworks, die sicherstellen, dass die Datenverwaltungspraktiken den gesetzlichen Anforderungen und Branchenstandards entsprechen.
- Verbesserte Kundeneinblicke: Durch die Integration verschiedener Kundendatenquellen können Unternehmen tiefere Einblicke in das Kundenverhalten und die Kundenpräferenzen gewinnen und so die Zielgruppenansprache und Personalisierung verbessern.
- Digitalisierungsschub: Durch den Beitritt zu einem Data Space werden viele Prozesse des jeweiligen Unternehmens digitalisiert und optimiert. Ein vollständig digitalisiertes Unternehmen bietet auch in anderen Bereichen völlig neue Möglichkeiten, z.B. werden Unternehmen „KI-ready“. Die Nutzung eines Data Spaces kann besonders für KMU hilfreich sein, die nicht über so viele Ressourcen für die Digitalisierung verfügen wie größere Unternehmen, da dadurch viele Probleme auf einmal angegangen werden können.

# Abkürzungsverzeichnis

DCP	Decentralized Claims Protocol
DSP	Dataspace Protocol
DSSC	Data Space Support Centre
EDC	Eclipse Dataspace Connector
KI	Künstliche Intelligenz
KIT	Keep it Together
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MDS	Mobility Data Space
OEM	Original Equipment Manufacturer
PCF	Product Carbon Footprint
SSI	Self-Sovereign Identity
XFSC	Cross Federation Services Components

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Wie funktionieren industrielle Datenökosysteme? (© Plattform Industrie 4.0).....	7
<b>Abbildung 2:</b> “Context-Setting Framework” eines Datenraums .....	10
<b>Abbildung 3:</b> Grundlegende Bausteine eines Datenraums .....	11