

Die Ökonomie von Datenräumen – 6 Erfolgsfaktoren für die Skalierung von Datenökosystemen

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführung	Dr. Cara Schwarz-Schilling (Vorsitzende der Geschäftsführung, Direktorin)
	Alex Kalevi Dieke (Kaufmännischer Geschäftsführer)
Prokuristen	Prof. Dr. Bernd Sörries
	Dr. Christian Wernick
	Dr. Lukas Wiewiorra
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

Stand: Januar 2025

ISSN 1865-8997

Bildnachweis Titel: © Robert Kneschke - stock.adobe.com

Weitere Diskussionsbeiträge finden Sie hier:
<https://www.wik.org/veroeffentlichungen/diskussionsbeitraege>

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeföhrten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
Zusammenfassung	III
Summary	IV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Bedeutung von Datenräumen für kleine und mittlere Unternehmen	2
1.3 Forschungsziel, Methodisches Vorgehen und Aufbau	3
2 Datenräume	5
2.1 Die Definition und Ziele eines Datenraumes	5
2.2 Die Eigenschaften und Merkmale	8
2.3 Die Abgrenzung zu anderen Begriffen	10
2.4 Die Bestandteile von Datenräumen	12
2.5 Die Akteure	13
3 Regulierungsumfeld der Datenräume	17
4 Ökonomische Wirkmechanismen in Datenräumen	20
4.1 Daten als ökonomisches Gut	20
4.2 Transaktionskosten	24
4.3 Netzwerkeffekte	29
4.4 Informationsasymmetrien und Anreize	34
5 Fazit: Erfolgsfaktoren von Datenräumen	38
Literatur	42
Anhang 1: Bestandteile von Datenräumen	49
Anhang 2: Überblick über Initiativen zur Förderung von Datenräumen	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Darstellung eines Datenraums nach Catena-X	6
Abbildung 2-2:	Ziele und Eigenschaften von Datenräumen nach Gaia-X	10
Abbildung 2-4:	Rollen im Datenraum	13
Abbildung 3-1:	Regulatorisches Umfeld von Datenräumen	17
Abbildung 5-1:	Identifizierte Erfolgsfaktoren zur Gestaltung von Datenräumen	41
Abbildung 2-3:	Einsatzbereiche von Konnektoren im Datenraum nach IDSA (2024)	50
Abbildung 2-5:	Anzahl an Datenräume weltweit	55
Abbildung 2-6:	Geförderte Datenräume der Europäischen Kommission	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Bestandteile der Systemschicht von Datenräumen	12
Tabelle 4-1:	Transaktionsphasen und -kosten	28
Tabelle 2-2:	Einordnungsversuch der Organisationen	58

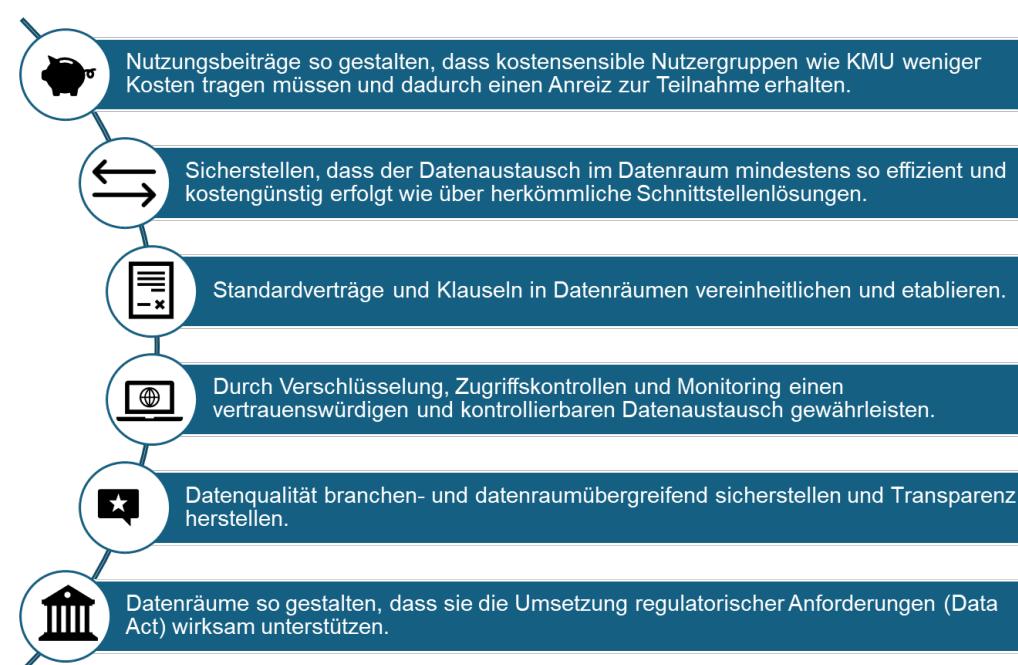
Zusammenfassung

Datenräume können die datenbasierte Wertschöpfung vorantreiben, wenn ökonomische, technische und regulatorische Rahmenbedingungen aufeinander abgestimmt sind. Ihr Erfolg hängt nicht allein von der technischen Infrastruktur ab, sondern von der Verknüpfung ökonomischer Anreize, rechtlicher Sicherheit und gemeinsamer Standards.

Im Zentrum steht der Befund, dass Daten besondere wirtschaftliche Eigenschaften besitzen: Sie sind immateriell, nicht-rivalisierend und können mit geringen Grenzkosten vervielfältigt werden. Ihr Wert steigt, wenn sie aktuell, qualitativ hochwertig und mit anderen Daten kombinierbar sind. Daraus ergeben sich Skaleneffekte und starke Netzwerkeffekte. Je mehr Akteure teilnehmen, desto größer wird der Nutzen für alle. Für die Entfaltung dieser Effekte ist eine kritische Masse an Teilnehmern entscheidend. Datenräume können gleichzeitig Transaktionskosten senken, indem sie Such-, Verhandlungs- und Abwicklungskosten durch standardisierte Schnittstellen, interoperable Protokolle und vorgeprüfte Vertragswerke reduzieren. Diese Mechanismen senken den Markteintritt und erleichtern insbesondere KMU den Zugang zu datenbasierten Geschäftsmodellen.

Die Ergebnisse aus einem begleitenden Fachdialog mit Expert:innen bestätigen, dass Sicherheit und rechtliche Klarheit zentrale Hebel sind. Der Data Governance Act stärkt mit Anforderungen an neutrale Datenvermittler die Vertrauensbasis, während der Data Act den Zugang zu Daten erleichtert und so die Liquidität im Markt erhöht. Gleichzeitig setzt die DSGVO notwendige Grenzen, indem sie personenbezogene Daten schützt und damit den Rahmen für zulässige Nutzungen definiert.

Aus der Verbindung dieser ökonomischen Mechanismen und regulatorischen Impulse ergeben sich sechs Schlüsselemente für den Erfolg von Datenräumen:



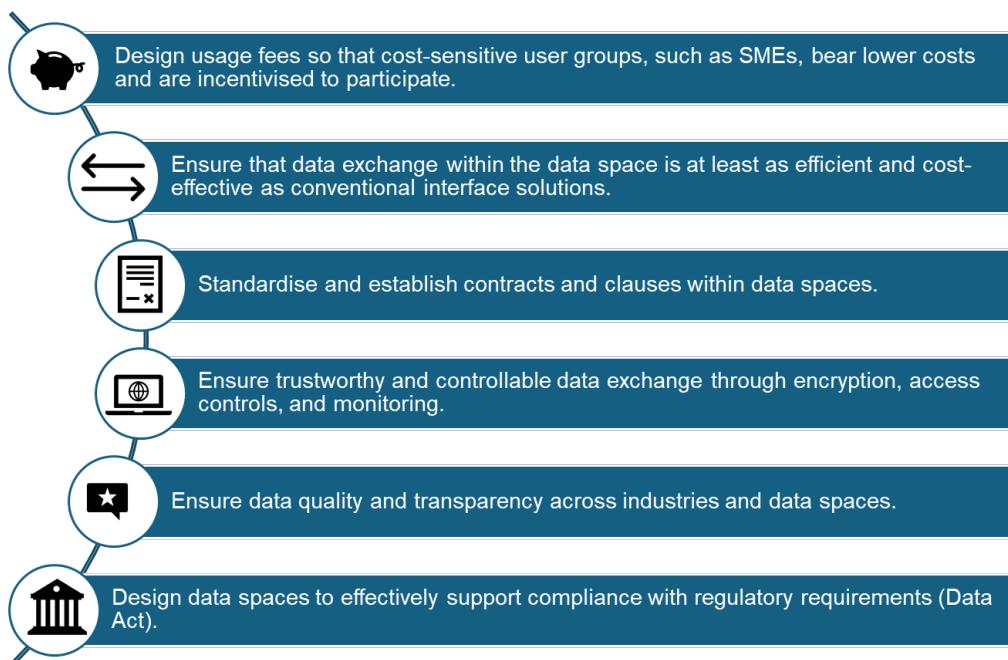
Summary

Data spaces can become a key driver of data-based value creation if economic, technical and regulatory conditions are aligned. The discussion paper shows that their success depends not only on technical infrastructure, but also on a combination of economic incentives, legal certainty and common standards.

The key finding is that data has special economic characteristics: it is intangible, non-rivalrous and can be reproduced at low marginal cost. Its value increases when it is up to date, high quality and can be combined with other data. This results in economies of scale and strong network effects. The more participants there are, the greater the benefit for everyone. A critical mass of participants is crucial for these effects to unfold. Data spaces can simultaneously reduce transaction costs by reducing search, negotiation and implementation costs through standardised interfaces, interoperable protocols and pre-approved contracts. These mechanisms lower market entry barriers and facilitate access to data-based business models, especially for SMEs.

The results of an accompanying expert dialogue confirm that security and legal clarity are key factors. The Data Governance Act strengthens the basis of trust with requirements for neutral data intermediaries, while the Data Act facilitates access to data, thereby increasing liquidity in the market. At the same time, the GDPR sets necessary limits by protecting personal data and thus defining the framework for permissible usage.

The combination of these economic mechanisms and regulatory impulses results in six key success factors for data spaces:



1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die zunehmende Verbreitung datengetriebener Geschäftsmodelle und der Einsatz Künstlicher Intelligenz erfordern den Zugang zu aktuellen und qualitativ hochwertigen Daten. Diese liegen jedoch oftmals nicht im eigenen Unternehmen vor, sondern sind entlang der Wertschöpfungskette bei Kunden, Lieferanten oder weiteren Partnern verteilt. Um das Potenzial digitaler Technologien voll auszuschöpfen, ist daher ein strukturierter und abgesicherter Datenaustausch zwischen Unternehmen erforderlich.

Ein vielversprechender Lösungsansatz für diesen Bedarf besteht in der Etablierung föderierter Datenräume, die einen souveränen Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteuren ermöglichen sollen. Dabei handelt es sich um offene, vernetzte Infrastrukturen, die auf gemeinsamen Standards, Vereinbarungen und Regeln basieren. Föderierte Datenräume stellen damit einen neuartigen Ansatz für die organisationsübergreifende Datenutzung dar. Sie erlauben es, Daten vertrauensbasiert und interoperabel über Unternehmensgrenzen hinweg zu teilen.¹ Zahlreiche politische und wirtschaftliche Initiativen auf europäischer und nationaler Ebene, darunter Gaia-X, International Data Space Association (IDSA) und Manufacturing-X, verfolgen das Ziel, geeignete Stakeholder zu verbinden, um solche Datenräume gezielt aufzubauen und in verschiedenen Sektoren zu etablieren.

Die wirtschaftlich hohe Relevanz datenbasierter Wertschöpfung wird dabei immer deutlicher. Der europäische Datenmarkt hatte im Jahr 2023 nach Einschätzungen einer Studie für die Europäische Kommission bereits ein Volumen von 82 Mrd. Euro und soll bis 2030 auf rund 118 Mrd. Euro anwachsen.² Dennoch bleibt das Potenzial des Datenaustausches in Deutschland bislang vielfach ungenutzt. Häufig fehlt es an Transparenz hinsichtlich Anwendungsfälle und deren Kosten-Nutzen-Verhältnis, Vertrauen zwischen potenziellen Teilnehmenden sowie geeigneten organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen.³ Hinzu kommt, dass Unternehmen vielfach unsicher sind, ob und welche Daten für andere Unternehmen relevant sind oder ob Datenbedarfe tatsächlich gedeckt werden können.⁴

Für den Erfolg dieser Datenräume ist die Beteiligung einer kritischen Masse an Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Je mehr Unternehmen sich am Datenaustausch über Datenräume beteiligen, desto umfänglicher und vielfältiger wird der nutzbare Datenschatz und der Nutzen für alle Beteiligten steigt überproportional. Diese positiven Netzwerkeffekte entfalten sich allerdings nur dann, wenn ausreichend viele Akteure bereit sind, Daten mittels Datenräumen bereitzustellen und zu nutzen: Findet sich initial eine

¹ Vgl. Hutterer & Krumay (2024), S. 4507.

² Vgl. Europäische Kommission (2024).

³ Vgl. Hutterer & Krumay (2024), S. 4507.

⁴ Vgl. Azkan et al. (2024), S. 8.

kritische Masse an Unternehmen, um einen Datenraum zu starten, besteht die Erwartung, dass durch Netzwerkeffekte der Mehrwert des Ökosystems mit jeder zusätzlichen Teilnahme überproportional ansteigt, was wiederum weitere Unternehmen zum Mitmachen motivieren sollte.

Vor diesem Hintergrund ist auch der regulatorische Kontext von Bedeutung. Die Europäische Kommission verfolgt mit ihrer Datenstrategie das Ziel, einen gemeinsamen Datenbinnenmarkt zu schaffen, der die digitale Souveränität und Wettbewerbsfähigkeit Europas stärkt. Während mit dem Data Act Datenzugangsrechte geschaffen wurden, die die Relevanz von Datenräumen als Werkzeug für den Datenaustausch erhöhen, wurden mit dem Data Governance Act regulatorische Anforderungen an Data Intermediation Services und damit auch an Datenräume definiert, die die Vertrauenswürdigkeit dieser Dienste erhöhen soll. Gleichzeitig sind bei der Konzeption und Nutzung von Datenräumen auch die Vorgaben der DSGVO zum Umgang mit personenbezogenen Daten zu beachten. Das regulatorische Umfeld hat also eine Bedeutung für die Gestaltung und Nutzung von Datenräumen.

Desk Research zur wissenschaftlichen Literatur zeigt, dass bisher wenig Forschungsergebnisse zu den notwendigen ökonomischen Bedingungen für den Erfolg von Datenräumen vorliegen. Hier setzt diese Studie an, indem sie grundlegende Erkenntnisse aus der Informations- und Netzökonomie zu Anreizstrukturen, Transaktionskosten und Netzwerkeffekten auf die Gestaltung und Nutzung von Datenräumen überträgt. Ziel des Diskussionsbeitrages ist es, aus ökonomischer Sicht systematisch zu analysieren, wie förderliche Rahmenbedingungen geschaffen werden können, um eine breite Beteiligung von Unternehmen, insbesondere KMU, in Datenräumen zu ermöglichen und anzuregen.

1.2 Bedeutung von Datenräumen für kleine und mittlere Unternehmen

KMU stellen das Rückgrat der deutschen Wirtschaft dar. Sie machen über 99 Prozent der Unternehmen aus und tragen maßgeblich zur wirtschaftlichen Leistung und Innovationsfähigkeit bei.⁵ In datenbasierten Ökosystemen und speziell im Kontext Datenraum sind KMU daher nicht nur als Nutzer, sondern auch als aktiver Mitgestalter von zentraler Bedeutung für die Gesamtwirtschaft.

Die Teilnahme an Datenräumen bietet KMU vielfältige Chancen. Dazu zählen in erster Linie Effizienzsteigerungen durch die Verfügbarkeit relevanter Daten sowie die Möglichkeit datenbasierte Dienste, neue Geschäftsmodelle und bessere Informationsflüsse entlang der Wertschöpfungskette zu etablieren.⁶ Gleichzeitig wird deutlich, dass insbesondere KMU mit strukturellen Hürden konfrontiert sind, wie personelle und finanzielle Ressourcen aber auch technische Voraussetzungen und fachliches Know-how. In einer Erhebung aus dem Jahr 2024 gaben 42 Prozent der befragten Mittelständler an, dass

⁵ Vgl. Ifm Bonn (2025).

⁶ Vgl. IT-SICHERHEIT (2024).

fehlende Datenverfügbarkeit ein Hemmnis darstelle. 61 Prozent der 750 befragten KMU befürchten hohe Kosten bei der Teilnahme an Datenräumen und lediglich 16 Prozent der Befragten besitzen ein gutes Verständnis des Konzepts Datenraum.⁷

In der Diskussion um eine breitere Beteiligung von KMU werden insbesondere niedrigschwellige, interoperable und rechtssichere Lösungen gefordert, welche möglichst ohne größere Eingriffe in bestehende IT-Systeme integrierbar sind.⁸ Neben technischer Unterstützung wird eine transparente Kostenstruktur als entscheidender Faktor genannt. Die Teilnahme an Datenräumen ist für KMU mit Aufwand verbunden, ein klarer Nutzen lässt sich in der frühen Implementierungsphase jedoch häufig nicht sicher einschätzen.⁹ In den Untersuchungen zu Hemmnissen des Datenaustausches werden rechtliche Unsicherheiten (z. B. im Datenschutz), fehlende technische Standards, mangelndes Vertrauen sowie schwache Verhandlungspositionen kleiner Akteure aufgeführt.¹⁰ Ergänzend dazu wird speziell für Datenräume in der Industrie auf die Skepsis gegenüber neuen Technologien verwiesen, die insbesondere im Mittelstand verbreitet zu sein scheint.¹¹

Die vorliegenden Erhebungen sowie die regulatorischen Anforderungen der EU-Kommission deuten darauf hin, dass die Datennutzungen in bestimmten Anwendungsfeldern, wie den Berichtspflichten aus dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz, künftig von hoher Relevanz sein dürften.¹²

1.3 Forschungsziel, Methodisches Vorgehen und Aufbau

Ziel dieser Studie ist es zu untersuchen, wie Datenräume aus ökonomischer Sicht gestaltet sein müssen, damit Unternehmen, insbesondere KMU, am Datenaustausch teilnehmen und welche Rolle Transaktionsplattformen hierbei spielen können. Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Wie ist der aktuelle Stand des Aufbaus und der Nutzung von Datenräumen?
2. Welche ökonomischen Erkenntnisse aus der Plattform- und Datenökonomie lassen sich auf Datenräume übertragen?
3. Wie müssen Datenräume und Plattformen ausgestaltet werden, damit KMU sie wirtschaftlich sinnvoll nutzen können?
4. Welche Anreize setzen die derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen zum Etablierung und Nutzung von Datenräumen und welche Rolle spielen Standardisierungen?

⁷ Vgl. Falk et al. (2024).

⁸ Vgl. CITplus (2024), S. 16.

⁹ Vgl. Hutterer & Krumay (2024).

¹⁰ Vgl. Reiberg et al. (2022) und DIHK (2024), S. 6.

¹¹ Vgl. CITplus (2024).

¹² Vgl. Kolev-Schäfer & Neligan (2024).

Um diese Forschungsfragen zu beantworten erfolgt zuerst in Kapitel 2 eine Vorstellung des Konzepts Datenraum und deren wichtigsten Merkmale. Hier werden die Grundlagen zu Datenräumen und relevanten technischen sowie regulatorischen Rahmenbedingungen dargestellt.

Darauf folgt in Kapitel 3 eine Darstellung ausgewählter Erkenntnisse aus der Informations- und Netzökonomie und eine Diskussion, wie diese auf Datenräume übertragen werden können. Betrachtet werden dabei insbesondere die Eigenschaften von Daten als ökonomisches Gut, Transaktionskosten, Netzwerkeffekte sowie Informationsasymmetrien. Die Auswahl dieser Konzepte erfolgt vor dem Hintergrund ihrer besonderen Relevanz für datenbasierte Wertschöpfung. Während die Eigenschaften von Daten als ökonomisches Gut grundlegende Rahmenbedingungen definieren, ermöglichen Transaktionskosten und Netzwerkeffekte ein Verständnis für die ökonomischen Mechanismen und die Skalierbarkeit von Datenräumen. Im Fokus stehen wirtschaftliche Anreizmechanismen, Governance-Strukturen und Bedingungen für Skalierbarkeit.

Einen wichtigen Input für die wissenschaftliche Diskussion in Kapitel 3 haben die Ergebnisse eines Fachdialogs mit ausgewiesenen Expert:innen aus Forschung und Praxis geliefert.¹³ Durch dieses Vorgehen konnten theoretische Annahmen mit Experteneinschätzungen und ersten praktischen Erfahrungen abgeglichen und angereichert werden. Es ist zu beachten, dass die Auswahl ökonomischer Konzepte bewusst auf zentrale Theorien fokussiert wurde und keine vollständige Abbildung aller möglichen Ansätze darstellt. Ebenso unterliegt die Validierung durch Expert:innen individuellen Einschätzungen, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

In Kapitel 4 werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und zukünftiger Forschungsbedarf skizziert.

¹³ An dieser Stelle gilt unser besonderer Dank an alle Teilnehmenden und ihre inspirierenden Diskussionsbeiträge.

2 Datenräume

Während im 20. Jahrhundert vor allem lineare Wertschöpfungsketten dominierten, haben Digitalisierung und Vernetzung zur Entstehung von Wertschöpfungsnetzwerken und zweiseitigen Märkten beigetragen.¹⁴ Plattformen bündeln dabei Datenströme, zentralisieren die Wertschöpfung und steuern den Zugang zu Kunden und Anbietern. In der Forschung wird diskutiert, dass sich diese Entwicklung in einer nächsten Phase hin zu dezentralen Ökosystemen fortsetzen könnte: Neue technologische Entwicklungen wie intelligente Algorithmen, interoperable digitale Identitäten und eine dezentrale Datenspeicherung können eine höhere Datensouveränität für Unternehmen ermöglichen. Dadurch können Abhängigkeiten von einzelnen Plattformen verringert werden und eine dezentrale Verteilung von Wertschöpfung befördert werden.¹⁵ Datenräume greifen diese Idee auf, indem sie einen sicheren, standardisierten Rahmen für den souveränen Datenaustausch zwischen Unternehmen, Organisationen und weiteren Akteuren schaffen.¹⁶

Im Folgenden wird das Konzept des Datenraums erläutert und relevante ökonomische Wirkmechanismen sowie rechtliche Rahmenbedingungen beschrieben.

2.1 Die Definition und Ziele eines Datenraumes

Definitionen

Ein Datenraum ist ein sicherer, digitaler Bereich in dem verschiedene Akteure die Kontrolle über ihre Daten behalten und diese austauschen können. Eine einheitliche Definition gibt es nicht, jedoch stehen Interoperabilität, Datensouveränität, Datensicherheit und gemeinsame Regeln in den existierenden Definitionen im Vordergrund.

Die europäische Initiative Gaia-X definiert einen Datenraum als

„Eine föderierte, offene Infrastruktur für souveränen Datenaustausch, die auf gemeinsamen Vereinbarungen, Regeln und Standards beruht.“ (Gaia-X, 2022)

Die Definition legt einen Fokus auf das Teilen von Daten und mit welchen Mechanismen das Teilen von stattent geht. Die International Data Space Association definiert einen Datenraum als

„Eine Reihe von technischen Diensten, die den interoperablen Austausch von Datensätzen zwischen Entitäten erleichtern.“ (IDSA, 2024)

¹⁴ Eine Wertschöpfungskette bezeichnet die Abfolge miteinander verbundener Aktivitäten, die darauf ausgerichtet sind, ein Produkt oder eine Dienstleistung zu erstellen (vgl. Sturgeon (2001), S. 11).

¹⁵ Vgl. Platform Thinking Labs (2025).

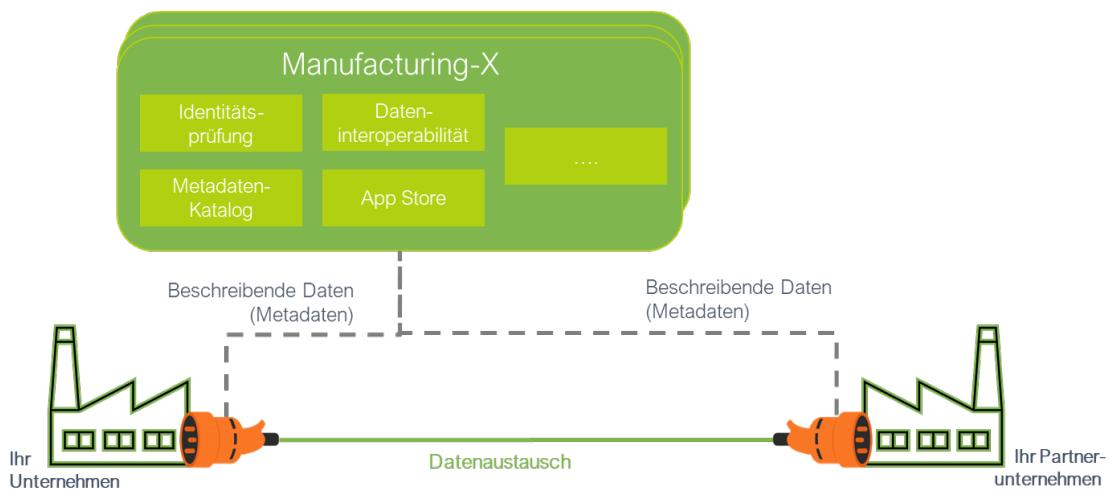
¹⁶ Vgl. Reiberg et al. (2022).

Eine kürzlich neu eingeführte Definition des Europäischen Komitees für Normung, hat in einem Workshop Agreement im Jahr 2024 den Datenraum definiert als

„Interoperabler Rahmen, der auf gemeinsamen Governance-Grundsätzen, Normen, Verfahren und Diensten basiert und vertrauenswürdige Datentransaktionen zwischen Akteuren ermöglicht.“¹⁷ (Europäisches Komitee, 2024)

Diese Definition wird von der übergeordneten Instanz des Data Space Support Centers verwendet, welches aktuelle Entwicklungen und Initiativen im Blick behält und die Aufgabe verfolgt, Bedarfe von Datenraum-Initiativen zu erforschen, gemeinsame Anforderungen zu definieren und Best Practices zu etablieren.¹⁸ In der nachfolgenden Abbildung wird ein Datenraum dargestellt. Am linken und rechten Rand befinden sich zwei Unternehmen (Fabriken), welche über den orangefarbenen Stecker an dem Datenraum angeschlossen ist. Dieser Stecker steht metaphorisch für den sogenannten Konnektor, welcher eine zentrale Softwarekomponente ist. Über ihn findet der bilaterale, vorher vereinbarte Datenaustausch statt (vgl. grüne Linie zwischen den Datenstecker in Abbildung 2-1). Der grüne Kasten „Manufacturing-X“ stellt die ‚Federated Services‘ dar. Das sind übergeordnete Dienste, welche unter anderem die Funktionalität des Datenraums mit seinen Angeboten gewährleisten. Das kann beispielsweise Auflistungen der angebotenen Daten im Metadatenkatalog oder die Authentifizierung eines Unternehmens vor dem Datenaustausch sein. Damit die ausgetauschten Daten nicht von Dritten eingesehen werden, werden bei den übergeordneten Diensten nur Beschreibungen des Datensatzes und nicht der Datensatz selbst geteilt. In Kapitel 2.4 werden die einzelnen Bestandteile im Detail erläutert.

Abbildung 2-1: Darstellung eines Datenraums nach Catena-X



Quelle: Scale-MX, angelehnt an Catena-X.

¹⁷ Vgl. Europäisches Komitee für Normung (2024).

¹⁸ Vgl. DSSC (2025a).

Ziele von Datenräumen

Das übergeordnete Ziel eines Datenraums ist es, einen vertrauenswürdigen, interoperablen Rahmen für den Datenaustausch zu schaffen, sodass eine kollaborative, sichere und souveräne Datennutzung möglich ist. Acatech (2023) definiert drei übergeordnete Ziele von Datenräumen:¹⁹

1. Wertschöpfung

Die Wertschöpfung durch Datenräume kann sich für Unternehmen auf unterschiedliche Weise realisieren. Einerseits können Unternehmen digitale Anwendungen entwickeln und über den Datenraum bereitstellen, wodurch sich neue Geschäftsmodelle erschließen lassen. Beispielsweise können das Software-Services für die Material- und Kapazitätsplanung oder KI-Lösungen für die vorausschauende Wartung von Maschinen sein. Die Anwendungen basieren auf Daten, die über den Datenraum verfügbar gemacht werden und können durch den stetigen Zufluss weiterer Daten kontinuierlich weiterentwickelt werden. Interessierte Unternehmen beziehen die Anwendung direkt über den Datenraum und profitieren von den laufenden Verbesserungen der Algorithmen. Im Unterschied zu klassischen Plattformen stellt der Datenraum keinen zentralen Betreiber bereit, sondern bietet eine föderierte Infrastruktur mit gemeinsamen Standards, über die Daten sicher und interoperabel genutzt werden können.

Andererseits können Unternehmen durch die gemeinsame Nutzung und Verknüpfung von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg Mehrwerte realisieren. Beispielsweise kann ein Maschinenhersteller technische Gerätedaten seiner Anlagen zur Verfügung stellen, während ein Wartungsdienstleister Daten zu durchgeföhrten Reparaturen und eingesetzten Ersatzteilen einbringt. Durch die Kombination dieser Datensätze kann einerseits der Maschinenhersteller seine Produktentwicklung gezielt verbessern. Der Wartungsdienstleister kann andererseits genauere Prognosen zu Ausfallwahrscheinlichkeiten ableiten und seine Serviceeinsätze effizienter planen. Auch der Maschinenbetreiber als Besitzer der Daten profitiert, da die verbesserte Produktqualität und die präziseren Wartungsprognosen zu einer höheren Anlagenverfügbarkeit und geringeren Betriebskosten beitragen können.

2. Selbstbestimmung

Die Selbstbestimmung in einem Datenraum ist ein Ziel und ein entscheidender Unterschied zu zentralen Plattformen. Während alle Datenflüsse und Dienste bei einer Plattform über den Betreiber laufen, speichert und kontrolliert im Datenraum jeder Akteur durch die vorgegebenen Rahmenbedingungen seine eigenen Daten und kann diese mit anderen teilen, ohne dass diese Daten durch eingesehen oder beeinflusst werden können. So können beispielsweise sensible Produktionsdaten einer

¹⁹ Vgl. acatech (2023).

Maschinenkomponente gezielt zwischen Zulieferer und Maschinenhersteller ausgetauscht werden, ohne dass ein externer Plattformbetreiber Einsicht in diese Daten erhält.

3. Effizienz

Effizienz als drittes Ziel bezieht sich auf die Optimierung bestehender Prozesse durch standardisierten, automatisierten und sicheren Datenaustausch. Der Datenraum ermöglicht eine automatisierte Kommunikation zwischen Unternehmen, wodurch Mediabrüche, redundante Datenpflege und manuelle Abstimmungen reduziert werden. In der kollaborativen Produktentwicklung beispielsweise erhalten Hersteller von ihren Kunden bisher oftmals CAD-Daten, technische Spezifikationen und Stücklisten per E-Mail, die dann manuell in eigene Systeme eingefügt werden müssen, was zeitaufwendig und fehleranfällig ist. Durch den Einsatz eines Datenraums können die Daten automatisiert, sicher und standardisiert über interoperable Schnittstellen bereitgestellt und direkt integriert werden. Die Einigung auf einheitliche Regeln und Schnittstellen senkt technische Hürden und fördert die Interoperabilität. Entlang einer gemeinsamen Wertschöpfungskette können Fehlerquellen schneller identifiziert, Prozesse transparenter gestaltet und Reaktionszeiten verkürzt werden.

2.2 Die Eigenschaften und Merkmale

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, haben Datenräume eine Reihe an Eigenschaften, die ihre Funktionsweise beeinflussen und ihren Mehrwert gegenüber klassischen Plattformen herausstellen. Gaia-X definiert die fünf Eigenschaften eines Datenraums wie folgt:²⁰

- (Daten-)Souveränität
- Dezentralität
- Interoperabilität
- Transparenz
- Vertrauen.

Ein bedeutendes Prinzip ist die Datensouveränität, welches definiert wird als die Fähigkeit einer natürlichen oder juristischen Person, ausschließlich und souverän über die Verwendung ihrer Daten als Wirtschaftsgut zu entscheiden.²¹ Dieses Prinzip unterscheidet Datenräume grundlegend von zentralisierten Plattformlösungen, bei denen Nutzungsrechte an Dritte übergehen. Die Wahrung der Datenhoheit soll nicht nur das Vertrauen der Akteure stärken, sondern steht auch im Einklang mit europäischen Werten, beispielsweise im Hinblick auf den Datenschutz (DSGVO).

²⁰ Vgl. ebd.

²¹ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 2.2.

Eng damit verknüpft ist die Dezentralität von Datenräumen. Anders als bei zentralen Plattformen werden die Daten in einem Datenraum nicht an einem Ort (meist beim Plattformbetreiber) gespeichert. Stattdessen bleiben die Daten bei dem Dateninhaber und werden nur bei Bedarf (einer Transaktion) kontrolliert freigegeben. Unternehmen betreiben dabei mittels Konnektoren ihre eigene Schnittstelle zur Datenbereitstellung und verwalten die Nutzung eigenständig. Die föderale Struktur erfordert eine genaue und einheitlich gesprochene Sprache, sodass ein reibungsloser Austausch ermöglicht wird.²²

Eine weitere grundlegende Eigenschaft ist Interoperabilität. Um diese zu gewährleisten, basieren Datenräume auf offenen technischen Standards, so dass Systeme unterschiedlicher Anbieter und Nutzer miteinander kommunizieren können. Interoperabilität ist die Basis für Skalierbarkeit, Wiederverwendbarkeit und die Vernetzung zwischen Datenräumen.²³ Dies ermöglicht, dass Daten aus unterschiedlichen Datenräumen technisch integriert oder ausgetauscht werden können, sofern entsprechende Zugriffsrechte und Vereinbarungen bestehen. Diese technische Eigenschaft schafft zugleich die Voraussetzung für einen zukünftigen datenraumübergreifenden Austausch und fördert Netzwerkeffekte innerhalb des Datenökosystems. Auf diese Weise lassen sich komplexe Datenökosysteme aufbauen, in denen verschiedene Akteure miteinander kooperieren und ihre Daten miteinander austauschen, ohne sich an eine bestimmte technische Lösung oder einen konkreten Anbieter binden zu müssen.

Ein gewisses Maß an Transparenz ist ein weiterer Baustein von Datenräumen. In einem Datenraum ist somit jederzeit nachvollziehbar, welche Daten von wem genutzt werden, zu welchen Zweck und unter welchen Bedingungen. Diese Nachvollziehbarkeit wird durch technische Mechanismen wie Protokollierung, Identitätsmanagement und klare vertragliche Reglungen gewährleistet.²⁴ So wird sowohl rechtlich als auch operativ Sicherheit für alle Beteiligten geschaffen.

Nicht zuletzt soll Vertrauen als Eigenschaft eines Datenraumes eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen. Vertrauen entsteht durch transparente Prozesse, Überprüfbarkeit von Akteuren, den Einsatz von Zertifikaten sowie eine neutrale und nachvollziehbare Governance-Struktur.²⁵ Da viele Anwendungsfälle sensible oder unternehmenskritische Daten betreffen, ist Vertrauen eine grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Nutzung von Datenräumen. Beispiele hierfür sind der Austausch von CAD-Modellen in der Produktentwicklung, klinischen Forschungsergebnissen zwischen pharmazeutischen Unternehmen oder Netzzustandsdaten zwischen Energienetzbetreibern.

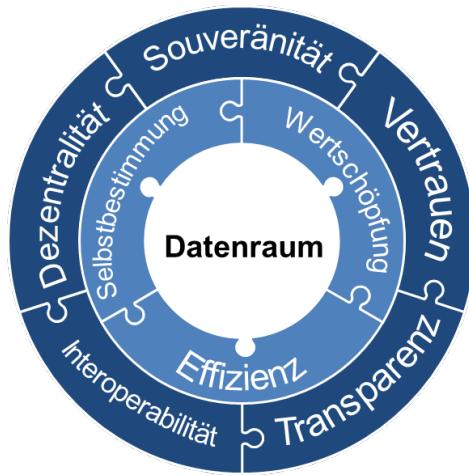
²² Vgl. ebd., Kapitel 1.

²³ Vgl. acatech (2023).

²⁴ Vgl. International Data Spaces Association (2022).

²⁵ Vgl. International Data Spaces Association (2023).

Abbildung 2-2: Ziele und Eigenschaften von Datenräumen nach Gaia-X



Quelle: Eigene Darstellung nach Gaia-X (2024).

2.3 Die Abgrenzung zu anderen Begriffen

In der Diskussion um Datenräume ist die Begriffsverwendung durch die fehlende Definition oft uneinheitlich. Damit einhergehend ist der Zusammenhang zu anderen Konzepten oder Begriffen erklärbungsbedürftig. Eine präzise begriffliche Differenzierung trägt jedoch wesentlich zum besseren Verständnis des Konzepts Datenraum bei.²⁶ Um das Verständnis der Rolle von Datenräumen in aktuellen Entwicklungen zu fördern, werden im Folgenden relevante Begriffe erläutert.

Ein **Datenökosystem** ist eine multilaterale Gruppe von Partnern, die interagieren müssen, damit ein zentrales Wertversprechen zustande kommt.²⁷ Datenräume sind ein Teil eines Datenökosystems,²⁸ d.h. Datenökosysteme können als übergeordnete Instanz verstanden werden, in die Datenräume eingebettet sind.²⁹ Während das Datenökosystem die gesamte Wertschöpfung rund um Daten adressiert, konzentriert sich ein Datenraum auf den souveränen und sicheren Datenaustausch zwischen den Akteuren. Es sind also nicht alle Teilnehmenden eines Datenökosystems notwendigerweise Teil eines Datenraumes, sondern nur diejenigen, die aktiv am Datenteilen beteiligt sind und dies auch wünschen.³⁰

Eine **Plattform** ist eine Reihe von Elementen (Komponenten, Rollen, Prozesse, Beziehungen und Schnittstellen) mit einer einheitlichen Architektur, die einer Organisation als Grundlage für Produkte und Dienstleistungen für verschiedene Kunden dient.³¹ Sie

²⁶ Vgl. Reiberg et al. (2022).

²⁷ Vgl. Adner (2016).

²⁸ Vgl. Data Space Support Centre (2022a).

²⁹ Vgl. Bitkom (2022).

³⁰ Vgl. Data Space Support Centre (2022b).

³¹ Vgl. Strnadl & Schöning (2023).

unterscheiden sich von Datenräumen in dem Sinne, dass Plattformen meist zentralisiert strukturiert sind, während Datenräume explizit auf Dezentralität, Interoperabilität und diskriminierungsfreien Zugang ausgelegt sind.³² Datenplattformen können als Vermittelnde bzw. Intermediäre in Datenräumen agieren, indem sie Services bereitstellen.³³

Datenvermittlungsdienste oder Datenintermediäre ermöglichen, erleichtern oder steuern den Datenaustausch, ohne notwendigerweise selbst Zugriff auf die ausgetauschten Daten zu haben. Sie sind technische und organisatorische Mittler im Datenraum und gelten nach dem Data Governance Act als neutrale und transparente Akteure.³⁴ Sie können als Teil der Governance-Struktur in Form von Föderationsdiensten Bestandteil eines Datenraums sein oder Services innerhalb des App Stores anbieten.³⁵

Datenmarktplätze ermöglichen den strukturierten Handel mit Daten, wobei der wirtschaftliche Austausch im Vordergrund steht. Während Datenräume eine übergreifende Infrastruktur mit Fokus auf Datensouveränität und Governance darstellen, ist ein Datenmarkt als Teil eines solchen zu verstehen, beispielsweise in der Form eines App Stores.

Ein **Data Lake** ist ein zentrales, meist organisationsinternes Repository zur Speicherung großer Mengen an strukturierten und unstrukturierten Daten einer Organisation, ohne dass zuvor eine feste Schemadefinition notwendig ist. Im Gegensatz dazu ist ein Datenraum eine föderierte, organisationsübergreifende Struktur, die sich auf den kontrollierten Austausch von Daten konzentriert und nicht nur die bloße Speicherung.³⁶

Cloud Computing und Datenräume stehen nicht in Konkurrenz zueinander, sondern können funktional miteinander verbunden sein. Während Cloud-Dienste vor allem auf Skalierbarkeit, Rechenleistung und zentrale Speicherlösungen abzielen, adressieren Datenräume die Fragen der Datensouveränität, Interoperabilität und Governance für den Datenaustausch. Damit ergeben sich Synergieeffekte. Cloud-Infrastrukturen stellen die technische Basis für Anwendungen und Dienste bereit, während Datenräume Regeln und Standards schaffen, die den souveränen Zugriff und die Kontrolle der Daten ermöglichen. Anwendungen und Dienste der Vermittlung können über die Cloud bereitgestellt werden, der Datenzugriff bleibt souverän bei den Akteuren. Datenräume können auf Cloud-Infrastrukturen aufbauen, sie unterscheiden sich aber hinsichtlich der Speicherorte (dezentral) und der Hoheit über die Daten (Souveränität).³⁷ Beispielsweise können Maschinenhersteller Wartungs- und Diagnoseanwendungen als Cloud-Service anbieten. Die Maschinenbetreiber gestatten über einen Datenraum temporären Zugriff auf definierte Maschinendaten, welche aber weiterhin auf den Systemen des Betreibers verbleiben.

³² Vgl. Reiberg et al. (2024), S. 17.

³³ Vgl. Data Space Support Centre (2022a).

³⁴ Vgl. Reiberg et al. (2022).

³⁵ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 2.1.4.

³⁶ Vgl. Reiberg et al. (2022) und Data Space Support Centre (2022a).

³⁷ Vgl. Telekom (2024).

2.4 Die Bestandteile von Datenräumen

Die konkrete Ausgestaltung eines Datenraums wird je nach Quelle, Perspektive und Zielsetzung unterschiedlich beschrieben. Der jeweilige Blickwinkel, ob also Datenräume aus einer technischen, prozessualen, funktionalen oder geschäftlichen Perspektive beschrieben werden, ist vielmehr entscheidend für die Kategorisierung.

Im Nachfolgenden wird der Fokus auf die systemische Ebene gelegt, wie sie im International Data Space Reference Architecture Model (IDS-RAM) 4.0 der International Data Spaces Association (IDSA) beschrieben ist. Dieses Architekturmodell gliedert einen Datenraum in verschiedene Schichten, von denen die Systemschicht die technischen Kernkomponenten eines Datenraums beschreibt.³⁸

Zu den wichtigsten Bestandteilen dieser Systemschicht gehören der Konnektor, der Identity Provider, das Clearing House, der Metadaten-Broker, der Vocabulary Provider sowie App Store bzw. App Ökosystem (siehe Tabelle 2-1).³⁹ Diese Bestandteile ermöglichen gemeinsam einen souveränen, sicheren und interoperablen Datenaustausch zwischen vertrauenswürdigen Teilnehmenden innerhalb eines Datenraums.

Tabelle 2-1: Bestandteile der Systemschicht von Datenräumen

Bestandteil	Erläuterung
Konnektor	Software für die Anbindung anderer Akteure und Funktionen im Datenraum
Identity Provider	Stellt die Identifikation sowie Authentifizierung der beteiligten Akteure und Systeme zur Verfügung
Clearing House	Sind vertrauenswürdigen Vermittler zwischen Datenanbietern und -nutzern
Metadaten-Broker	Katalog für verfügbare Dienste und Daten („Telefonkatalog“)
Vocabulary provider	„Wörterbuch“ für den Datenraum
App Store und App Ökosystem	Applikationen im Datenraum

Quelle: Eigene Darstellung nach IDS-RAM 4.0 (2023).

Will sich beispielsweise ein Unternehmen an einen Datenraum anschließen, wählt und implementiert es zunächst einen geeigneten **Konnektor** (z. B. den Eclipse Dataspace

³⁸ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.5.

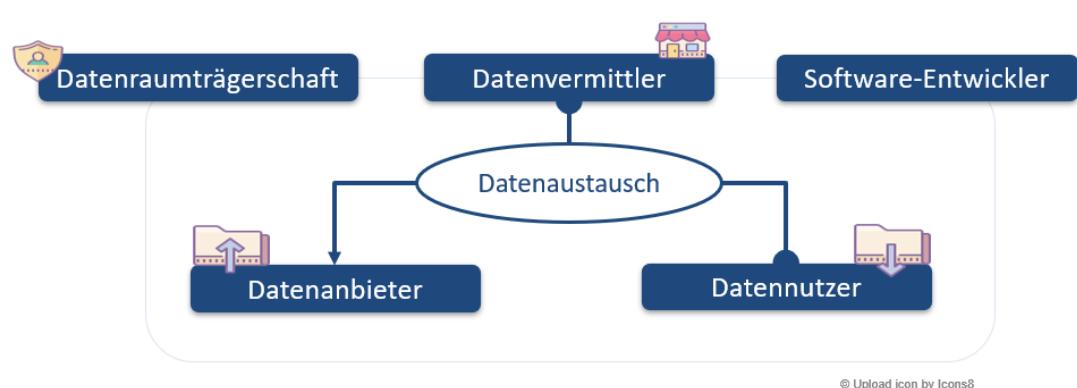
³⁹ Eine ausführliche Beschreibung dieser Bestandteile von Datenräumen ist im Anhang enthalten.

Components Connector, EDC Connector). Dieser wird in der eigenen IT-Umgebung installiert und bildet fortan die technische Schnittstelle zwischen den internen Systemen (z. B. ERP- und MES-Systeme zur Prozesssteuerung sowie Steuerungssysteme für Maschinen und Anlagen) und dem Datenraum. Der Konnektor übernimmt Aufgaben des Datenmanagements sowie die sichere Übertragung und Authentifizierung. Für die Teilnahme am Datenraum muss der Konnektor eine digitale Identität erhalten. Diese muss über einen **Identity Provider** ausgestaltet werden. Zusätzlich kann optional ein **Clearing House** eingesetzt werden, um die Datenübertragungen zu überwachen und protokollieren. Damit wird transparent und nachweisbar, wer wann auf welche Daten zugegriffen hat. Um die eigenen Daten für andere Teilnehmer auffindbar zu machen, registriert das Unternehmen relevante Datenressourcen (z. B. Maschinendaten, Produktionsdaten) beim **Metadaten-Broker**. Wenn im Datenraum unterschiedliche Begriffe oder Datenmodelle verwendet werden, sorgt der **Vocabulary Provider** dafür, dass alle Teilnehmer dieselben Begrifflichkeiten und Strukturen verstehen (z. B. durch standardisierte Kataloge und maschinenlesbare Definitionen). Das Unternehmen kann nun über den **App Store** entweder eigene datenbasierte Services (z. B. Analyse-Apps, Prozessautomatisierung, Condition Monitoring) anbieten oder zugelassene Apps anderer Anbieter nutzen. Die Integration erfolgt jeweils über den Konnektor und berücksichtigt interne Sicherheits- und Souveränitätsanforderungen.

2.5 Die Akteure

Ein Datenraum setzt eine klare Rollenverteilung voraus, damit ein sicherer und vertrauenswürdiger Datenaustausch möglich ist. Abbildung 2-4 veranschaulicht die fünf zentralen Rollen, die in einem Datenraum eingenommen werden können: Datenraumträgerschaft, Datenanbieter, Datennutzer, Datenvermittler und Software-Entwicklung.

Abbildung 2-3: Rollen im Datenraum



Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an IDSA RAM 4.0.⁴⁰

⁴⁰ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.1.1. sowie Bundeskanzlei (2025b), S.6.

Jede Rolle hat hierbei spezifische Aufgaben und Verantwortlichkeiten innerhalb des Ökosystems. Eine Abgrenzung ist daher nicht nur aus technischer Sicht, sondern auch in Bezug auf die rechtlichen Rahmenbedingungen bedeutend. Die dargestellte Rollenverteilung orientiert sich an der Business Layer des IDS-RAM 4.0. In der Darstellung der IDSA werden Datenanbieter und Datennutzer als eine gemeinsame Rolle, den sogenannten Kernteilnehmenden, zusammengefasst. In Anlehnung an die schweizerische Bundeskanzlei (2025) wurde jedoch bewusst eine Unterscheidung zwischen Datenanbieter und Datennutzer vorgenommen, um die unterschiedlichen Funktionen beider Rollen hervorzuheben, auch wenn die selben Akteure potenziell beide Rollen einnehmen können.⁴¹ Im Folgenden werden diese Rollen erläutert, beginnend mit den Akteuren für den Aufbau und Betrieb des Datenraums.

Datenanbieter

Datenanbieter sind Akteure, die im Datenraum Daten zur Verfügung stellen. Dabei kann es sich um Unternehmen, Privatpersonen oder öffentliche Einrichtungen handeln, die unter den festgelegten Bedingungen Daten erzeugen und diese weitergeben. Ein Datenanbieter muss die Zugangsrichtlinien der Datenraumträgerschaft sowie die regulatorischen Vorschriften⁴² einhalten und eine Datenqualität gemäß der vereinbarten Regeln gewährleisten.⁴³ Eine entscheidende Herausforderung für Datenanbieter besteht darin, die Kontrolle über ihre Daten zu behalten und gleichzeitig den externen Zugang für andere zu ermöglichen. Initiativen wie Gaia-X greifen diese Problematik auf, indem sie einen Rahmen für Datensouveränität schaffen, der sicherstellt, dass Anbieter die Hoheit über ihre Datensätze auch beim Teilen behalten.⁴⁴

Datennutzer

Datennutzer sind Akteure, welche Daten von den Datenanbietern erhalten. Wenn die vom Datenanbieter bereitgestellten Daten zunächst von einem Serviceanbieter verarbeitet werden müssen, übernimmt der Datenanbieter zusätzlich die Rolle des Servicenutzers. Das bedeutet, dass der Datennutzer nicht nur die Daten selbst nutzt, sondern auch die Funktionen oder Dienste eines Drittanbieters, der zwischen Datenanbieter und Datennutzer geschaltet ist. Das ist beispielsweise der Fall, wenn der Datenanbieter in seinen Nutzungsbedingungen die Vorgabe anhängt, dass die Daten vorher über einen Drittanbieter-Service laufen, bevor der Datennutzer die Daten erhält.

Darüber hinaus wird im IDS-RAM 4.0 eine detaillierte Differenzierung von Datennutzern vorgenommen. Zur Veranschaulichung wird im IDS-RAM 4.0 ein Beispiel aus dem Gesundheitswesen herangezogen: ein Patient nutzt eine webbasierte Software zur Verwaltung seiner persönlichen Gesundheitsdaten und gewährt einem Gesundheitscoach den Zugriff auf diese Daten. Dabei wäre der Gesundheitscoach der sogenannte *Data User*

⁴¹ Vgl. Bundeskanzlei (2025b).

⁴² Für mehr Informationen siehe Kapitel 3 in diesem Diskussionsbeitrag.

⁴³ Vgl. International Data Space Association (2021).

⁴⁴ Vgl. Gaia-X Hub Austria (2023).

und der Betreiber der Software der *Data Consumer* (*hier Datennutzer*), während die Daten vom Krankenhaus bereitgestellt werden.⁴⁵

Datenraumträgerschaft

Die Datenraumträgerschaft ist ein Akteur im Datenraum, der die Einhaltung rechtlicher und technischer Standards sowie gemeinsam vereinbarter Regeln sicherstellt. Sie legen Vereinbarungen zur gemeinsamen Nutzung von Daten fest, erstellen Sicherheitsprotokolle und überwachen die Interaktionen der Teilnehmenden. Wirksame Mechanismen von Verwaltungsorganen sind von entscheidender Bedeutung, um Missbrauch zu verhindern und einen gleichberechtigten Zugang zu Daten zu gewährleisten. Die Verwaltung erfolgt über föderale Modelle, die ein Gleichgewicht zwischen zentraler Aufsicht und der Autonomie der Teilnehmenden herstellen.

Zertifizierungs- und Prüfstellen

Ein Bestandteil der Trägerschaft sind die Zertifizierungs- und Prüfstellen.⁴⁶ Die unabhängigen Instanzen prüfen, ob Teilnehmende oder Komponenten die Anforderungen an Sicherheit, Souveränität und Vertrauenswürdigkeit entsprechen. Die Prüfstellen sind für die Überprüfung zuständig, d. h. sie auditieren die Teilnehmenden und Komponenten und geben ein unabhängiges Urteil an die Zertifizierungsstelle weiter. Die Prüfungen erfolgen nach definierten Kriterien, beispielsweise nach IDS Zertifizierungsschema.⁴⁷ Die Zertifizierungsstelle (z. B. Fraunhofer oder TÜV) stellen die Zertifizierung aus und werden von der Datenraum-Initiative überwacht.

Standardisierungsorganisation

Standardisierungsorganisationen sind verantwortlich für die Definition und Verwaltung von Standards. Im Kontext von Datenräumen erstellen sie das Vokabular für die Semantik der Daten und sind Eigentümer bzw. Verwalter des Vokabulars. Um die Eigenschaften der Datenräume zu wahren, sind die Nutzung der Standards freiwillig und nicht verpflichtend. Im Fall der IDSA ist die Organisation für das IDS Referenzarchitekturmodell und das Informationsmodell zuständig.⁴⁸

Gemeinnützige Organisation und Initiativen

Häufig sind gemeinnützige Organisationen, Konsortien oder öffentlich finanzierte Initiativen an der Entwicklung, Koordination oder dem Betrieb von Datenräumen beteiligt (z. B. IDSA oder Gaia-X AISBL). Sie übernehmen unter anderem die Definition von Referenzarchitekturen oder Informationsmodellen, die die

⁴⁵ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.1.1.

⁴⁶ Vgl. ebd., sog. Certification Body und Evaluation Facilities im IDS Ram 4.0 aus dem Englischen übersetzt.

⁴⁷ Vgl. International Data Spaces Association (o. J. a).

⁴⁸ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.1.1.

strukturellen, funktionalen und technischen Komponenten eines Datenraums festlegen.⁴⁹ Außerdem erarbeiten sie gemeinsame Prinzipien (siehe Building Blocks des Data Space Support Centers⁵⁰), sind das Bindeglied zwischen Politik, Wissenschaft und Industrie und stellen Open-Source-Komponenten bereit. Sie bilden somit das Fundament für vertrauenswürdige Datenräume. Um Unabhängigkeit zu gewährleisten, ist eine Auditierung über die nationalen Akkreditierungsstellen in Planung.⁵¹

Datenvermittler

Datenvermittler oder sogenannte Intermediäre können sehr unterschiedliche Aufgaben haben. Es kann zwischen Daten- und Serviceintermediär, App Store, Vokabelintermediär, Clearing House und Identitätsstelle unterschieden werden.⁵² Vertrauenswürdige Vermittler, die administrative und sicherheitsrelevante Aufgaben übernehmen, gehören zu den Föderationsdiensten. In den Bestandteilen eines Datenraums wurden die Identitätsstelle, das Clearing House, der Metadaten-Broker und der Vokabelintermediär bereits vorgestellt.

Neben den Föderationsdiensten gibt es Vermittler, die datenverarbeitende Anwendungen bereitstellen und verwalten. Serviceintermediäre bieten datenverarbeitende Dienste wie Visualisierung und KI-Analysen an. Sie betreiben Apps, die Daten auswerten und die Ergebnisse an Datenkunden oder andere Dienste liefern.⁵³ Darüber hinaus ist auch der App Store-Betreiber ein Vermittler, da er die Apps verwaltet und zum Download bereit stellt. Der Datenvermittler ist somit Verwalter der Metadaten der Apps und kann Apps auch zertifizieren.⁵⁴

Datenräume und Datenökosysteme werden durch ein Zusammenspiel aus europäischen und nationalen Projekten vorangetrieben, die sich zeitlich und konzeptionell ergänzen. Ein Überblick über maßgebliche Initiativen zur Förderung von Datenräumen ist in Anhang 2 dargestellt.

⁴⁹ Vgl. International Data Spaces Association (2022) und Gaia-X (2024).

⁵⁰ Vgl. DSSC (2025b).

⁵¹ Vgl. International Data Spaces Association (o. J. b.).

⁵² Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.1.1.

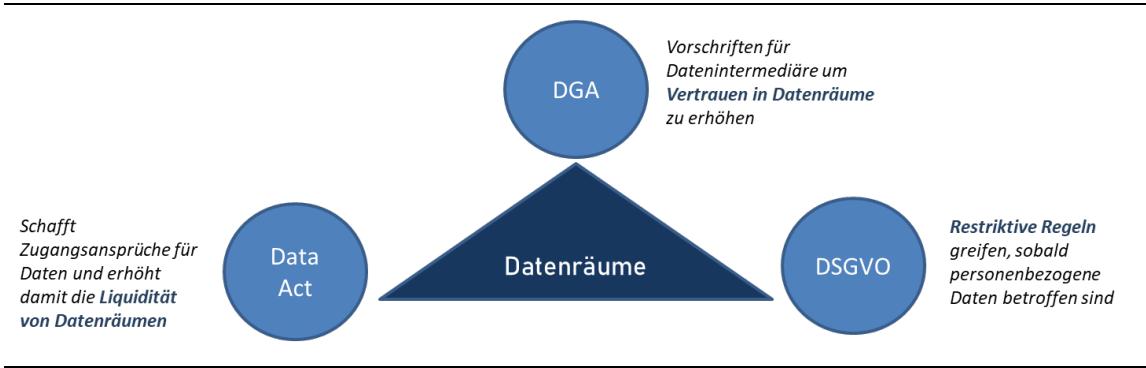
⁵³ Vgl. ebd.

⁵⁴ Vgl. ebd.

3 Regulierungsumfeld der Datenräume

Auf europäischer Ebene sind in den letzten Jahren neue Rechtsakte beschlossen worden, die einen Einfluss auf die Entstehung und Gestaltung von Datenräumen haben. Dazu gehören der **Data Governance Act (DGA)**, der **Data Act (DA)** sowie die **Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)**.

Abbildung 3-1: Regulatorisches Umfeld von Datenräumen



Quelle: Eigene Darstellung.

Der Data Governance Act bildet so etwas wie den regulatorischen Nukleus für den Aufbau vertrauenswürdiger und souveräner Datenräume innerhalb der EU. Ein entscheidendes Anliegen des DGA besteht in der Stärkung des Vertrauens in den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Akteuren. Vertrauen wird dabei als elementare Voraussetzung für die Bereitschaft zur Datenbereitstellung und -nutzung verstanden. Um dieses Vertrauen institutionell zu verankern, stellt der DGA einen Registrierungs- und Aufsichtsrahmen für *Datenvermittlungsdienste (Data Intermediation Services)* auf. Diese sollen als unabhängige Intermediäre zwischen Datenanbietern und Datennutzenden agieren, ohne ein eigenes wirtschaftliches Interesse an der Nutzung der vermittelten Daten zu verfolgen. Auf diese Weise soll ein fairer, sicherer und kontrollierter Datenaustausch ermöglicht werden.

Data Governance Act	
anwendbar seit	24.09.2023
Hauptziel	Vertrauen in das Teilen von Daten durch einen einheitlichen Governance-Rahmen schaffen

Zur Sicherstellung der Integrität dieser Intermediäre definiert der DGA spezifische Anforderungen an Transparenz, Sicherheit und Kontrollmechanismen. Dazu zählen unter anderem Vorgaben zur organisatorischen Trennung zwischen Vermittlungs- und anderen kommerziellen Tätigkeiten, zur Protokollierung von Datenzugriffen, zur Einhaltung von Informationspflichten gegenüber den Beteiligten sowie zur Implementierung geeigneter technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen. Diese regulatorischen Anforderungen sollen gewährleisten, dass die vermittelten Datenflüsse nicht zu unauthorisierten Zwecken genutzt oder weitergegeben werden, wodurch ein hohes Maß an Datensouveränität sichergestellt wird.

Dieser Registrierungs- und Aufsichtsrahmen für *Data Intermediation Services* fungiert damit als zentrale regulative Säule, auf der die europäische Datenraum-Governance ruht. Die gesetzlich normierten Rahmenbedingungen des DGA tragen somit maßgeblich zur Vertrauensbildung und zur Reduzierung der Rechtsunsicherheit bei – beides essenzielle Faktoren für die Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit europäischer Datenräume.

Dem Nutzen stehen mit dem im DGA definierten Anforderungen an die Data Intermediation Services zwar auch gestiegene Implementierungskosten der Datenräume in Form von Compliance Costs gegenüber.⁵⁵ Insgesamt stellt der DGA aber durch das Schaffen von Vertrauen und Rechtssicherheit einen entscheidenden Enabler und Akzelerator für die Entstehung und Entwicklung von Datenräumen in der Europäischen Union dar.

Vom Data Act geht ebenfalls ein Effekt auf Datenräume aus: Der Data Act schafft Datenzugangsrechte für Nutzer von vernetzten Produkten und verbundenen Diensten. Damit erhöht der Data Act die Datenliquidität, da die Daten-

Data Act	
anwendbar ab	12.09.2025
Hauptziel	Mehrfachnutzung von industriellen Daten durch Datenzugangsrechte erhöhen

inhaber nun die durch die Nutzung generierten Daten den Nutzern und ggf. Drittparteien zur Verfügung stellen müssen. Damit steigt die Relevanz von Datenräumen, da diese eine effiziente Bereitstellung der Daten zwischen zahlreichen Teilnehmern ermöglichen und somit eine attraktive Lösung für Dateninhaber darstellen, um den Verpflichtungen aus dem Data Act nachzukommen.⁵⁶

Während die beiden bisher genannten Rechtsakte das Entstehen von Datenräumen fördern, gehen von der **DSGVO** zumindest für personenbezogene Daten limitierende Effekte auf Datenräume aus. Die DSGVO schränkt die Möglichkeiten des Austausches für personenbezogene Daten ein. Mit ihrem Grundsatz der Datenminimierung sowie den Implementierungskosten der DSGVO-Konformität von Datenräumen, sorgt die DSGVO dafür, dass – im Gegensatz zum Data Act – die Datenliquidität für personenbezogene Daten abnehmen könnte.

DSGVO	
anwendbar seit	25.05.2018
Hauptziel	Schutz personenbezogener Daten

Die EU stellt den Schutz personenbezogener Daten über die Nutzbarmachung von Daten. Dies wird insbesondere auch dadurch ersichtlich, dass die DSGVO Regelungsvorrang hat. Das Datenschutzrecht bleibt also durch die Regelungen in DGA und Data Act unberührt.

Die grundsätzlich unterschiedlichen Zielrichtungen der verschiedenen Rechtsakte, auf der einen Seite die DSGVO, die eine Datenminimierung vorschreibt und auf der anderen Seite DA und DGA, die eine wirtschaftliche Nutzbarmachung von Daten anstreben,

⁵⁵ Zu den Compliance Costs der EU-Digitalgesetzgebung siehe Sauerborn (2025).

⁵⁶ Vgl. <https://gaia-x-hub.de/gx-praxis/schluss-mit-datenilos-der-eu-data-act-erzwingt-digitale-oeffnung/>, letzter Zugriff am 11.06.2025.

führen unter Umständen zu Spannungen im Regulierungsrahmen und gehen mit neuer Rechtsunsicherheit einher. Deutlich wird dies beispielsweise im Verhältnis von DSGVO und Data Act, für den Fall, dass der Personenbezug von Daten unklar ist und sich der Nutzer im Sinne des Data Acts und der Betroffene im Sinne der DSGVO unterscheiden.⁵⁷ Diese Rechtsunsicherheit könnte den Anreiz zum Datenaustausch senken und damit auch die Entfaltung von Datenräumen einschränken.

⁵⁷ Vgl. Märkel et al. (2025).

4 Ökonomische Wirkmechanismen in Datenräumen

Welche Potenziale bieten Datenräume und welche Rolle spielen ökonomische Rahmenbedingungen für ihren Erfolg? Dieses Kapitel untersucht, welchen Nutzen Datenräume stiften können und welche Herausforderungen sowie Erfolgsfaktoren sich aus zentralen ökonomischen Wirkmechanismen ableiten lassen.

Die aus der Analyse resultierenden Implikationen für Datenräume werden durch Diskussionsergebnisse aus dem Fachdialog praxisnah ergänzt. In diesem Dialog wurden erste Studienergebnisse vorgestellt und zentrale Thesen sowie Leitfragen in einem World Café-Format diskutiert. Dabei standen insbesondere Fragen zu Effizienz und Kosten, zu Anreizen und asymmetrischen Strukturen sowie zu regulatorischen Rahmenbedingungen im Mittelpunkt. Die Diskussionen lieferten wertvolle Impulse, wie Datenräume praxisnah ausgestaltet werden können, um den Datenaustausch zu fördern und gleichzeitig Anforderungen an Interoperabilität, Fairness und Regulierung zu berücksichtigen.

4.1 Daten als ökonomisches Gut

Im Unterschied zu klassischen ökonomischen Gütern wie Maschinen oder Rohstoffen besitzen Daten spezifische Eigenschaften, die im Folgenden skizziert werden. Diese Eigenschaften erklären, warum ihr Austausch und ihre intensive Nutzung wirtschaftlich vorteilhaft sind. Datenräume können für die wirtschaftliche Datennutzung eine Schlüsselrolle einnehmen. Hierzu müssen Gestaltung, Funktion und Anreizstrukturen von Datenräumen auf die spezifischen Eigenschaften von Daten ausgerichtet sein.

Daten vs. Informationen

Nach Kaase sowie Hjørland können Daten als „Informationen über Eigenschaften von Analyseeinheiten“ verstanden werden. Demnach haben Daten für sich genommen keinen eigenen Bedeutungsgehalt. Erst wenn sie in einen Kontext eingebettet und interpretiert werden, entstehen daraus wirtschaftlich nutzbare Informationen, die wiederum Wert schöpfung ermöglichen.⁵⁸ Der Wert von Daten bemisst sich aus den Erkenntnissen, die aus ihnen gewonnen werden können: Durch Datenanalysen können Unternehmen unter anderem bessere Vorhersagen über das Kundenverhalten erzielen, Produkte und Dienstleistungen weiterentwickeln, Angebote besser personalisieren und Marketingmaßnahmen effektiver gestalten.⁵⁹

Im Fachdialog wurde diese Einschätzung geteilt: Entscheidend sei, dass Daten ohne geeigneten Kontext und Nutzungskompetenzen für Unternehmen kaum Mehrwert entfalten.

Der Datenaustausch in Datenräumen bringt tendenziell nur dann Mehrwert, wenn die Daten standardisiert und mit einer klar definierten Semantik ausgetauscht werden. Wenn

⁵⁸ Vgl. Kaase (2001) und Hjørland (2019) zitiert nach Arnold et al. (2020).

⁵⁹ Vgl. Steffen et al. (2021).

das nicht der Fall ist, kann der Datennutzer die Daten nicht automatisch verwerten und es entstehen zusätzliche Kosten für die Datenverarbeitung.

Da für Datenräume durch Initiativen wie Gaia-X oder IDTA und Standardisierungsorganisationen Standards und Vorgaben für die Semantik vorangetrieben werden, entsteht im Datenraum ein Kontext für die Daten, die somit zu Informationen werden und hierbei einen (höheren) ökonomischen Wert bekommen. Diese inhärente ökonomische Aufwertung bedeutet zugleich, dass die Datenräume und die damit verbundenen Standardisierung einen Anreiz für einen verstärkten Datenaustausch geben, um den Wert zu realisieren.

Daten als immaterielles Gut

Daten sind **immateriell** und in der Regel **nicht-rivalisierend** in der Nutzung. Das heißt, sie können von vielen Nutzern gleichzeitig genutzt werden, ohne dass sich diese dabei gegenseitig einschränken. Eine Ausnahme bilden Daten, die Geschäftsgeheimnisse beinhalten. Deren wirtschaftlicher Wert beruht gerade auf der Exklusivität der daraus ableitbaren Informationen.⁶⁰

Dieser Eigenschaft von Daten als immaterielle und nicht-rivale Güter führt im Kontext von Datenräumen dazu, dass beim Teilen von Daten, die keine Geschäftsgeheimnisse sind, keine Einschränkungen für den Datenanbieter oder den -nutzer entstehen. Bei Geschäftsgeheimnissen droht hingegen beim Datenteilen das Risiko für den Datenanbieter, dass der Wert seiner Daten beim Teilen sinkt. Dieses Risiko in Bezug auf Geschäftsgeheimnisse reduziert insgesamt die Anreize für Unternehmen, Datenräume zu nutzen. Abhilfe versprechen hier Lösungen für mehr Datensouveränität im Datenraum. Da Unternehmen als Datenanbieter festlegen können, welche Daten sie wann und mit welchen Partnern (z. B. mit Lieferanten, Kunden oder Wartungsdienstleistern) teilen, wird das Risiko eines Verlustes von Geschäftsgeheimnissen eingedämmt.

Durch technische, rechtliche und organisatorische Maßnahmen lässt sich der Zugang zu Daten begrenzen. In diesem Fall spricht man von einem „Klubgut“.⁶¹ Sofern Daten dagegen für alle Akteure frei zugänglich sind, können sie als öffentliches Gut verstanden werden.⁶² Letzteres ist beispielsweise der Fall bei bereits veröffentlichten Daten sowie bei Open Data, die von Behörden oder anderen Institutionen für die Öffentlichkeit frei zugänglich gemacht werden. Öffentliche Güter können vom Markt nicht optimal bereitgestellt werden, da hinreichende Möglichkeiten für eine Monetarisierung fehlen.

Im Fachdialog wurde bestätigt, dass die Sicherung der Kontrolle über sensible Daten eine zentrale Herausforderung darstellt und dass Datenräume hierzu einen wichtigen Beitrag leisten können. Sie ermöglichen es durch technische, juristische und organisatorische Maßnahmen den Zugang zu Daten gezielt zu steuern. Hierbei wurde insbesondere

⁶⁰ Vgl. Linde (2005).

⁶¹ Vgl. Buchanan (1965).

⁶² Vgl. Cornes & Sandler (1986).

betont, dass Datenräume eine juristische Kontrolle über die Nutzung der eigenen Daten durch standardisierte Vertragsvorlagen unterstützen können. Für Situationen, in denen kein Vertrauensverhältnis zwischen den Beteiligten besteht, wurden technische Kontrollmechanismen als besonders bedeutsam hervorgehoben. Eine wichtige Möglichkeit sei hier das „Compute-to-Data“-Verfahren, bei dem mit Dritten lediglich die Analyseergebnisse geteilt werden, anstatt die Daten an sich zu übergeben.

Daten haben häufig geringe Grenzkosten

Die Produktion von Daten ist häufig durch vergleichsweise hohe Fixkosten (unter anderem für erforderliche Sensorik, Speicherkapazitäten und Softwarelösungen) und relativ geringe Grenzkosten gekennzeichnet, sodass steigende Skalenerträge vorliegen. Es fallen zum Beispiel anfängliche Kosten für die Installation von Sensoren sowie die Entwicklung und Implementierung von Schnittstellen an, während die laufenden Kosten pro zusätzlichem Nutzer oder weiterem Datenaustausch gering bleiben.⁶³

Im Fachdialog wurde hervorgehoben, dass Datenräume durch gemeinsame Infrastrukturen und standardisierte Schnittstellen diese Skaleneffekte verstärken können. Allerdings können auch sprungfixe Kosten anfallen, wenn etwa bei sehr großen Datenmengen weitere Investitionen in Rechenleistung, Speicher oder Datenmanagement erforderlich werden.⁶⁴

Für die Attraktivität von Datenräumen spielen somit die Kosten für Einrichtung, Onboarding, Integration und Governance eine gewichtige Rolle. Je geringer diese Kosten sind, umso eher lohnt es sich für Unternehmen, Datenräume für den Datenaustausch zu nutzen.

Die Verwendung etablierter Datenstandards bietet das Potenzial, Aufwände bei der Datenanalyse bzw. -verwertung zu senken und von Skaleneffekten zu profitieren. Datenräume können hier durch die von ihnen vorangetriebene Standardisierung und Interoperabilität einen Beitrag leisten. Im Fachdialog wurde betont, dass "Onboard Once"-Ansätze, d. h. einmalige und einheitliche Prozesse zum Beitritt eines Datenökosystems sowie standardisierte Verträge erhebliche Einsparungen ermöglichen können. Neben formalen Standards sollten dabei auch de-facto-Standards und interoperable Protokolle berücksichtigt werden.

Aktualität, Menge und Qualität der Daten entscheidend

Der Nutzen und ökonomische Wert von Daten hängt von ihrer Aktualität, Menge und Qualität ab. Durch die Kombination mehrerer Datensätze können zusätzliche Einsichten gewonnen werden, wodurch der Gesamtwert steigt. Beispielsweise können sich anhand der gemeinsamen Auswertung von Sensordaten einer Maschinen (z. B. Temperatur,

⁶³ Vgl. Linde (2005).

⁶⁴ Vgl. Fortuny et al. (2013), Lewis & Rao (2015), Li et al. (2016), Moore (1959) zitiert nach Arnold et al. (2020).

Vibration) mit Qualitätsdaten der Endprodukte neue Erkenntnisse erzielen lassen, die gezielte Optimierungen an den Maschineneinstellungen ermöglichen. Datenmenge und Datenqualität stehen dabei in einem engen Zusammenhang: Generell lässt sich festhalten, dass der Informationswert mit der Größe von Datensätzen steigt, jedoch bei abnehmendem Grenznutzen.⁶⁵

Durch die Kombination und gemeinsame Nutzung von Datensätzen verschiedener Akteure können zusätzliche Einsichten entstehen und hierbei ökonomische Werte geschaffen werden. So können Fabrikbetreiber beispielsweise Echtzeitdaten zu Maschinenlaufzeiten, Störungen oder Energieverbräuchen an den Hersteller übermitteln. Dieser kann die Daten verschiedener Nutzer gemeinsam auswerten und auf dieser Grundlage die Produkte weiterentwickeln, Empfehlungen zur optimalen Wartung geben oder optimierte Fernwartungsservices anbieten. Solche direkten, positiven Netzwerkeffekte und Synergien ergeben sich vor allem dann, wenn sich mit der gemeinsamen Nutzung neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnen.⁶⁶ Die Literatur beschreibt dies als einen zentralen Treiber für Wertschöpfung aus Daten. Im Fachdialog wurde bestätigt, dass Datenräume durch technische und organisatorische Mechanismen das Vertrauen schaffen können, das für solche Kooperationen erforderlich ist.

Eine mangelnde Datenqualität kann jedoch mit einer Mengenausweitung nicht kompensiert werden.⁶⁷ Im Fachdialog wurde betont, dass Unternehmen bislang kaum über praktikable Methoden verfügen, um die Kritikalität und Qualität ihrer Daten systematisch einzuschätzen. Dies stellt eine Lücke dar, welche die gezielte Nutzung und den Schutz der Daten erschwert.

In der folgenden Textbox werden die wirtschaftlichen Potenziale von Datenräumen vor dem Hintergrund der spezifischen Eigenschaften von Daten als ökonomisches Gut zusammengefasst.

⁶⁵ Vgl. Li et al. (2016) zitiert nach Arnold (2020).

⁶⁶ Vgl. Feijoo et al. (2016) zitiert nach Arnold (2020) und Krotova et al. (2019).

⁶⁷ Vgl. Hestness et al. (2017) zitiert nach Arnold (2020).

Eigenschaft von Daten als ökonomisches Gut und Datenräume

Datenräume können dazu beitragen, Hemmnisse bei der Datenbereitstellung zu überwinden und Wohlfahrtsgewinne einer Datennutzung zu realisieren. Potenziale hierfür bestehen insbesondere durch:

- Erhöhung der Nutzungsintensität:
Durch eine häufige Datenvervielfältigung sinken die durchschnittlichen Produktionskosten.
- wirksame Ausschlussmöglichkeiten und Vertrauen:
Technische, rechtliche und organisatorische Maßnahmen – wie Zugriffskontrollen, Logging-Dienste, Compute-to-Data-Verfahren und Standardverträge – ermöglichen es, gezielt über die jeweilige Datennutzung zu entscheiden. Dadurch können Daten als Klubgüter organisiert werden, sensible Daten (z. B. Geschäftsgeheimnisse) werden geschützt und eine gezielte Monetarisierung wird ermöglicht.
- Schaffung von Synergien:
Die Kombination von Datensätzen verschiedener Akteure sowie die gemeinschaftliche Nutzung von Datensätzen eröffnet neue Analysemöglichkeiten und Wertschöpfungspotenziale.
- Hebung von Skaleneffekten bei der Datenbereitstellung:
Eine gemeinsame Nutzung von Infrastruktur, Schnittstellen und Datenmanagement senkt die durchschnittlichen Fixkosten pro Akteur. Standardisierung und Interoperabilität fördern zugleich die technische Anschlussfähigkeit im Rahmen von Ökosystemen.

Kostensenkung bei Datenverwertung:

Eine hohe Datenqualität und die Nutzung von standardisierten, interoperablen Datenformaten und Schnittstellen reduzieren die technischen und rechtlichen Aufwände für Datennutzer zur Gewinnung verwertbarer Erkenntnisse.

4.2 Transaktionskosten

Ein zentrales Versprechen von Datenräumen liegt in ihrer Fähigkeit, Transaktionen einer Nutzung von Daten zu senken. Der Transaktionskostenansatz, ursprünglich von Coase formuliert und von Williamson weiterentwickelt, bietet einen Bezugsrahmen zur Analyse dieser Effizienzpotenziale. Im Fokus stehen dabei alle zeitlichen und monetären Aufwände, die mit dem Zustandekommen und der Durchführung von Tauschprozessen verbunden sind – ausschließlich der eigentlichen Kosten des gehandelten Gutes. Je höher die Transaktionskosten im Verhältnis zum wirtschaftlichen Wert der Transaktion, desto weniger Güter werden tendenziell gehandelt, was die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt mindert.

Die Höhe der Transaktionskosten ist insbesondere davon abhängig, welche spezifischen Aufwände für eine Transaktion erforderlich sind. Darüber hinaus üben auch die Markttransparenz sowie die geltenden rechtlichen und technologischen Rahmenbedingungen einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Höhe der Transaktionskosten aus.⁶⁸

Wiederholte Transaktionen zwischen denselben Akteuren führen beispielsweise zu Lerneffekten und Routinen, wodurch sich die durchschnittlichen Transaktionskosten im Zeitverlauf verringern. Sinkt der Koordinationsaufwand, etwa weil bei der Anbahnung und Abwicklung von Transaktionen auf standardisierte Instrumente, wie Musterverträge oder etablierte technische Schnittstellen, zurückgegriffen werden kann, lassen sich Transaktionen auch mit wechselnden Partnern effizient umsetzen. Sind hingegen hohe spezifische Investitionen für Transaktionen erforderlich, kann eine langfristige bilaterale Kooperation gegenüber einem offenen Marktzugang wirtschaftlich attraktiver sein. Datenräume können durch offene, standardisierte Schnittstellen helfen, diese Spezifität zu reduzieren und so eine flexible, marktliche Koordinationen zum Durchbruch verhelfen, wo bislang bilaterale Einzellösungen dominieren.⁶⁹

Gleichwohl verursachen Aufbau und Betrieb von Datenräumen selbst Kosten, die auf die Transaktionspartner verteilt werden müssen. Für die Akzeptanz von Datenräumen ist entscheidend, dass ihre Transaktionskosten nicht über den Kosten alternativer Lösungen (z. B. bilateraler Schnittstellen oder API-Verbindungen) liegen. Effizienzgewinne lassen sich insbesondere durch gemeinsame Dienste erzielen. Dazu zählen Connector-as-a-Service, bei dem standardisierte Schnittstellen als Cloud-Dienst bereitgestellt werden, sowie Open-Source-Komponenten, also frei verfügbare Software-Bausteine, die flexibel angepasst werden können. Zusätzlich tragen standardisierte Metadatenkataloge dazu bei, Daten strukturiert und leicht auffindbar zu machen. Solche Instrumente reduzieren Implementierungsaufwände, erleichtern den Anschluss bestehender IT-Landschaften und erhöhen die Anschlussfähigkeit für unterschiedliche Akteursgruppen. Gerade KMU profitieren von einer fairen Kostenverteilung und einfachen technischen Einstiegsmöglichkeiten, da sie über geringere finanzielle und personelle Ressourcen verfügen.⁷⁰

Es gilt, ein optimales Verhältnis zwischen dem bereitgestellten Funktionsumfang und den entstehenden Kosten zu finden. Hierbei können Datenräume von Skaleneffekten profitieren: Während die Fixkosten für die Entwicklung, den Infrastrukturaufbau sowie die Gewinnung von Nutzern und Anbietern vergleichsweise hoch sind, fallen die zusätzlichen Kosten für die Aufnahme weiterer Teilnehmer eines Datenraums in der Regel gering aus.⁷¹ Diese Skaleneffekte sind besonders für KMU von Bedeutung, da sie durch sinkende Durchschnittskosten pro Transaktion leichter Zugang zu datenbasierten Geschäftsmodellen erhalten.

⁶⁸ Vgl. Förderer (2022).

⁶⁹ Vgl. Schwickert (1998).

⁷⁰ Vgl. Kapitel 1.2 zur Bedeutung von Datenräumen für kleine und mittlere Unternehmen.

⁷¹ Vgl. Förderer (2022).

Mit der Frage der Kostenverteilung eng verbunden ist die Kostenträgerschaft im Datenraum. Im Fachdialog wurden dazu verschiedene Modelle diskutiert: Erstens kann die Kostenlast grundsätzlich beim Konsumenten liegen. Die Expert:innen waren sich einig, dass derjenige, der Daten abruft oder nutzt, die entstehenden Aufwände trägt. Zweitens wurde das Verursacherprinzip hervorgehoben, bei dem jeweils der Akteur zahlt, der die Kosten tatsächlich auslöst. Dies lässt sich etwa über ein Pay-per-Use-Modell umsetzen, bei dem die Abrechnung nach tatsächlicher Nutzung erfolgt. Kostenverursacher muss nicht zwingend der Konsument sein, sondern beispielsweise auch der Datenanbieter, wenn er durch gesetzliche Bereitstellungspflichten oder besondere Aufbereitungsmaßnahmen Kosten entstehen. Diese Kosten können jedoch trotz anderer Verursacher letztlich wieder beim Konsumenten landet, wenn der Anbieter sie in seine Produktpreise einrechnet.

Eine Transaktion lässt sich grundsätzlich in vier Phasen unterteilen, innerhalb derer für Anbieter und Nachfrager jeweils Aufwände entstehen können:⁷²

- Informations- und Selektionsphase:
Such- und Informationsaufwand, um Handelspartner zu finden und um Informationen zu Gütern bereitzustellen bzw. einzuholen
- Vereinbarungsphase:
Aufwände für das Führen von Verhandlungen und Vertragsgestaltung, Beratung und Konfiguration von Produkten
- Abwicklungsphase:
Koordinationsaufwände für die Bestellabwicklung, technische Anschlusskosten
- Nachvertragsphase:
Monitoring von Bestell- und Lieferstatus, Prüfung von Produkt und Zahlungsverkehr, ggf. Konfliktlösung, Nachverhandlungen.

Vor diesem theoretischen Hintergrund wurde die Wirkung von Datenräumen auf Transaktionskosten im Fachdialog mit Expert:innen diskutiert und in mehreren Punkten bestätigt. In der Informations- und Selektionsphase zu Beginn einer Transaktion entstehen Aufwände, um Handelspartner zu finden und um Informationen zu Gütern einzuholen (vgl. Tabelle 4-1). Im Datenraum können diese initialen Kosten gesenkt werden. So wurde im Fachdialog bestätigt, dass die Identitätsprüfung einen Vertrauensanker darstellt und Suchkosten reduzieren kann. Auch die Möglichkeit, dass mehrere Akteure Rollen der Federated Services übernehmen können, trägt zur Sicherheit bei. Offene App Stores bzw. Repositories erleichtern den unmittelbaren Zugang zu Anwendungen und Services. Die Expert:innen des Fachdialogs betonen insbesondere den praktischen Nutzen offener Anwendungen für die teilnehmenden Akteure.

Das Zero-Trust-Sicherheitsmodell verstärkt diesen Effekt, indem es kontinuierliche Authentifizierung und Autorisierung etabliert. Vertrauen wird somit nicht vorausgesetzt,

⁷² Vgl. Schwickert (1998).

sondern bei jedem Zugriff überprüft, wodurch auch in föderierten, dezentralen Datenökosystemen die Souveränität und Resilienz gewahrt bleiben. Confidential Computing erweitert dieses Prinzip, indem Daten während der Verarbeitung in speziell isolierten Hardware-Bereichen geschützt werden und so weder Betreiber noch kompromittierte Systeme Zugriff auf laufende Berechnungen erhalten.⁷³

In der Vereinbarungsphase, in der Aufwände für Verhandlungen, Vertragsgestaltung und Beratung entstehen, kommt der Standardisierung von Verträgen eine zentrale Rolle zu. Vorgeprüfte Vertragswerke, etwa entlang der Vorarbeiten des SITRA Rulebooks oder der Mustervertragsklauseln der Europäischen Kommission, schaffen eine verbindliche rechtliche Grundlage, auf die sich alle Teilnehmenden stützen können.⁷⁴ Damit werden rechtliche Unsicherheiten reduziert und wiederkehrende Fragen zu Haftung, Datennutzung oder Verantwortlichkeiten müssen nicht bei jeder Transaktion neu verhandelt werden. Neben dieser Verringerung von Transaktionskosten tragen auch standardisierte Prozesse und Abrechnungsmechanismen (Billing) zu einer effizienteren Abwicklung bei. Neben standardisierten Vertragswerken gewinnen technische Mechanismen, die rechtliche und organisatorische Anforderungen unmittelbar in der Infrastruktur absichern, zunehmend an Bedeutung. Digitale Identitäten ermöglichen eine verlässliche Authentifizierung, rollenbasierte Zugriffssysteme im Konnektor bieten differenzierte Berechtigungen und Trust Frameworks wie das Gaia-X Trust Framework schaffen gemeinsame Sicherheits- und Vertrauensregeln.⁷⁵ Ergänzend tragen Logging-Mechanismen dazu bei, Transaktionen transparent zu dokumentieren und die Einhaltung von Regeln nachzuverfolgen.⁷⁶

In der Nachvertragsphase, in der Prüfung, Nachverhandlung sowie Konfliktlösung erfolgen können, trägt ein Clearing House im Datenraum zur vertrauenswürdigen Abwicklung bei. Im Fachdialog wurde hierzu angemerkt, dass eine solche Instanz für konkrete Use Cases nur dann wirksam wird, wenn sie von beiden Parteien des Datenaustausches als vertrauenswürdig angesehen wird. Über klassische Clearing-House-Funktionen hinaus rücken zunehmend automatisierte Compliance-Prozesse in den Fokus. Dynamisch anpassbare Rechte, kontinuierliches Monitoring sowie automatisierte Prüfmechanismen können es allen Akteuren ermöglichen, Regelverstöße schneller zu erkennen und die Einhaltung von Vorgaben in Echtzeit umzusetzen.⁷⁷ Damit lassen sich nicht nur Fehler und Aufwände reduzieren, sondern auch die langfristige Stabilität und Vertrauenswürdigkeit von Datenräumen sichern.

Aus der Literatur, den Diskussionen im Fachdialog sowie anhand der Merkmale von Datenräumen (siehe Abschnitt 2.2) kann festgehalten werden, dass Datenräume mit ihrer

⁷³ Vgl. Wehrwein (2025)

⁷⁴ Vgl. Sitra (2025) und Europäische Kommission (2025).

⁷⁵ Vgl. Gaia-X (2024).

⁷⁶ Für mehr Informationen zu Logging-Mechanismen vgl. Kent et al. (2006) S. 2–5.

⁷⁷ Als Beispiel für eine praxisnahe Umsetzung nutzt der Plattformbetreiber Microsoft sogenannte Audit-Logs, um Aktivitäten zu erfassen und Verantwortlichkeiten nachzuvollziehen. Automatisierte Analysen ermöglichen die nahezu Echtzeit-Erkennung verdächtiger Vorgänge. Vgl. Microsoft (2024).

technischen, rechtlichen und organisatorischen Infrastruktur das Potenzial bieten, in allen diesen Phasen die Transaktionskosten zu senken.

Indem sie Vertrauen schaffen, Standards etablieren, technische Interoperabilität fördern und Governance-Regeln vorgeben, können sie effiziente Austauschbeziehungen und damit insgesamt ein effizienteres Ausmaß an Datenaustauschbeziehungen ermöglichen. In Tabelle 4-1 haben wir die vier Phasen nach Schwickert (Spalte 1 von links), Beispiele für Transaktionskosten (Spalte 2) und identifizierte Potenziale von Datenräumen (Spalte 3) zusammengestellt.

Tabelle 4-1: Transaktionsphasen und -kosten

Transaktionsphasen	Transaktionskosten	Effizienzpotenziale von Datenräumen
Informations- und Selektionsphase	Such- und Informationsaufwand, um Handelspartner zu finden und um Informationen zu Gütern bereitzustellen bzw. einzuholen	Informationsübersicht durch standardisierte Metadaten und Kataloge, Sicherheit und Vertrauen durch Zertifizierungen und Identitätsprüfung
Vereinbarungsphase	Aufwände für das Führen von Verhandlungen und Vertragsgestaltung, Beratung und Konfiguration von Produkten	Nutzung von Standardverträgen und -prozessen, Governance für Datennutzung
Abwicklungsphase	Koordinationsaufwände für die Bestellabwicklung, technische Anschlusskosten	Nutzung einer standardisierten Infrastruktur (z. B. Konsolidatoren) und automatisiertem Datenaustausch
Nachvertragsphase	Monitoring von Bestell- und Lieferstatus, Prüfung von Produkt und Zahlungsverkehr, ggf. Konfliktlösung, Nachverhandlungen	Geringere Kontrollerfordernis durch vertrauensbildende Maßnahmen; technische und juristische Möglichkeiten zur Datenkontrolle (z. B. Clearing House)

Quelle: Eigene Darstellung.

In der folgenden Textbox werden die wirtschaftlichen Potenziale von Datenräumen bei der Senkung von Transaktionskosten zusammengefasst.

Transaktionskosten und Datenräume

Datenräume bieten das Potenzial die spezifischen Aufwände entlang aller Transaktionsphasen zu reduzieren und dadurch Effizienzgewinne zu realisieren. Diese bestehen insbesondere durch:

- Zentrale Listung verfügbarer Daten und teilnehmender Akteure:
Such- und Informationskosten können reduziert werden, wenn die verfügbaren Daten und die teilnehmenden Akteure standardisiert und zentral gelistet werden.
- Standardisierte Vertragsvorlagen und automatisierte Abwicklungsprozesse:
Verringerung des Aufwands in der Vereinbarungs- und Abwicklungsphase beispielsweise durch standardisierte Zugangsfreigabe oder automatisierte Abrechnung.
- Vertrauensfördernde Maßnahmen
Identitätsnachweise, ein zuverlässiges Identitätsmanagement und technische Zugriffskontrollen schaffen Vertrauen und senken – selbst bei wechselnden Transaktionspartnern – die Notwendigkeit für aufwendige Kontrollmechanismen in der Nachvertragsphase.
- Strategische Verteilung der Transaktionskosten
Datenräume schaffen Strukturen, die eine gezielte Verteilung der Transaktionskosten zwischen den beteiligten Akteuren ermöglichen. Besonders preissensitive Akteure, wie beispielsweise KMU, können durch reduzierte Beiträge oder einfache technische Einstiegslösungen unterstützt werden.
- Skaleneffekte durch Standardisierung und Interoperabilität
Der breite Einsatz einheitlicher Schnittstellen und standardisierter Prozesse reduziert die durchschnittlichen Kosten pro Transaktion und senkt technische Hürden.

Kosteneffiziente Governance und Infrastruktur

Obwohl der Aufbau und Betrieb von Datenräumen eigene Kosten verursacht, können diese durch Fokussierung auf essenzielle Kernfunktionen, standardisierte Komponenten und gemeinsame Dienste gering gehalten werden.

4.3 Netzwerkeffekte

Datenräume besitzen die Eigenschaften eines klassischen Netzwerkguts. Das bedeutet, ihr Nutzwert steigt mit der Anzahl der Teilnehmenden: je mehr Akteure Daten und Services anbieten oder nachfragen, desto größer wird der Mehrwert für alle Beteiligten und desto attraktiver wird der Datenraum für weitere Nutzer.⁷⁸ Umgekehrt gilt: Bei geringer

⁷⁸ Vgl. Otto (2022), S.12.

Teilnehmerzahl ist es unwahrscheinlich, dass der potenzielle Nutzen die hohen Investitionskosten für Teilnahme, Implementierung und Integration von Datenräumen, insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen, rechtfertigt. Die Generierung der inhärenten positiven Netzwerkeffekte ist daher ein zentraler Erfolgsfaktor für die Skalierung und langfristige Etablierung von Datenräumen.⁷⁹

Direkte Netzwerkeffekte entstehen, wenn der individuelle Nutzen mit der Größe der eigenen Marktseite steigt.⁸⁰ Farrell und Saloner beschreiben diesen Effekt mit „*There are benefits to doing what others do.*“⁸¹ Übertragen auf Datenräume bedeutet das beispielsweise, dass die individuellen Koordinationsaufwände sinken wenn andere Akteure dieselbe technische Infrastruktur nutzen (etwa gemeinsame Datenstandards und Konnektoren). Zudem wächst mit dem Anwenderkreis das verfügbare Erfahrungswissen über die Nutzung des Datenraums, was Problemlösungen erleichtert und den Austausch über Erfolgskonzepte fördert. Indirekte Netzwerkeffekte liegen vor, wenn eine zunehmende Teilnehmerzahl einer Marktseite den Nutzen einer anderen Marktseite beeinflusst. Beispielsweise ziehen Datennachfrager einen höheren Nutzen aus einem Konnektor, wenn das darüber verfügbare Datenangebot groß ist. Der Nutzen für Anbieter von Datenservices ist umso höher, je mehr potenzielle Kunden in einem Datenraum aktiv sind.

Damit diese positiven Netzwerkeffekte tatsächlich entstehen, müssen Datenräume jedoch zunächst eine kritische Masse an Teilnehmenden erreichen. Dieses sogenannte Henne-Ei-Problem stellt eine der größten Herausforderungen für den Markthochlauf dar. Das zeigt sich exemplarisch am Datenraum Catena-X, der als einer der fortgeschrittensten Datenräume gilt: Trotz zahlreicher erfolgreich durchgeführter Pilotprojekte wird die flächendeckende Implementierung weiterhin als herausfordernd eingeschätzt.⁸² Netzwerkeffekte entfalten ihre Wirkung erst bei einer ausreichenden Nutzerzahl. Gleichzeitig ist es schwierig, neue Nutzer zu gewinnen, solange diese Effekte noch nicht spürbar oder erwartbar sind. Die Zahlungsbereitschaft potenzieller Nutzer ist in diesem Fall gering. Um diese Startphase zu überwinden, sind gezielte Aufbau- und Anreizstrategien erforderlich. Eine Möglichkeit besteht beispielsweise darin, den Zugang zu einem begrenzten Umfang an Daten kostenfrei zu gestalten, um die Einstiegshürde zu senken und den initialen Beitritt zu erleichtern. In der Praxis setzen viele Datenrauminitiativen in der initialen Phase insbesondere auf öffentliche Förderung sowie auf private Investoren, die sich strategisch für entsprechende Geschäftsmodelle positionieren.⁸³ Beispielsweise wird der Mobility Data Space durch das Bundesministerium für Verkehr gefördert.⁸⁴ Für den Datenraum Catena-X haben mehrere Unternehmen die Betreibergesellschaft Cofinity-X als Joint

⁷⁹ In B2B-Märkten gestalten sich Netzwerkeffekte oft herausfordernder als im B2C-Bereich, da die angebotenen Services häufig komplex und stark industrie- und branchenspezifisch sind. Nachfrager legen einen besonderen Wert auf anpassbare Lösungen und individuellen Support, was den Marktzutritt verschiedener Anbieter fordert. Vgl. Hasler et al. (2022).

⁸⁰ Vgl. Katz & Shapiro (1985).

⁸¹ Vgl. Farrell & Saloner (1986).

⁸² Vgl. BearingPoint (2024).

⁸³ Vgl. Reiberg, A. Niebel, C. & Schmitz, A. (2024).

⁸⁴ <https://mobility-dataspace.eu/de/ueber-uns>; letzter Zugriff am 24.11.2025.

Venture gegründet.⁸⁵ Es bleibt allerdings abzuwarten, ob diese Maßnahmen langfristig eine nachhaltige Marktteilnahme und den erforderlichen Skalierungseffekt sicherstellen können.

Eine besondere Rolle kommt Intermediären zu, die die verschiedenen Marktseiten zusammenbringen und Teilnahmebedingungen bzw. Regeln für Transaktionen verwalten. Die Finanzierung dieser Dienste kann etwa über transaktionsabhängige Gebühren, Zugangsgebühren oder die Verwertung von Nutzungsdaten für Analyse- oder Werbezwecke erfolgen. Typischerweise verfolgen Intermediäre eine asymmetrische Preisgestaltung, bei der die preiselastischere Marktseite, häufig die Datennachfrager, stärker entlastet wird, um das Wachstum zu beschleunigen. Dabei nimmt die Preisstruktur Einfluss auf die Marktaktivität. Typischerweise verfolgen Intermediäre eine asymmetrische Preisgestaltung, bei der die Kosten nicht gleichmäßig auf alle Teilnehmenden verteilt ist. Vielmehr orientiert sich die Bepreisung an den Preiselastizitäten der jeweiligen Marktseite.⁸⁶

Im Fachdialog wurden verschiedene Modelle für die Verteilung der Kosten diskutiert:

- Im Sonderfall des Data Act, bei dem der Dateninhaber die Daten kostenfrei dem Nutzer zur Verfügung stellen muss, sei damit zu rechnen, dass Kosten für Infrastrukturkomponenten wie Konnektoren auf den Ursprungspreis des Produkts aufgeschlagen werden.
- Weitere Finanzierungsmodelle basieren auf Provisionen für abgewickelte Geschäfte, die etwa über Subscription- oder Mitgliedschaftsmodelle realisiert werden.
- Clearing Houses könnten wiederum mit einer Mischkalkulation arbeiten und eine kostenfreie Basisversion zur Verfügung stellen, während zusätzliche Services kostenpflichtig sind.
- Neben solchen Kostenmodellen ist auch die gezielte Ansprache strategisch wichtiger Akteure entscheidend. Wenn es gelingt, besonders einflussreiche Teilnehmer mit Signalwirkung (sogenannte Marquee-Users) zu gewinnen oder Unternehmen einzubinden, die sowohl Daten nachfragen als auch bereitstellen können, steigert dies die Attraktivität des Datenraums und zieht weitere Marktteilnehmer an.⁸⁷

Damit ökonomische Anreize wirken können, müssen zugleich die technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen für eine offene Skalierung gegeben sein. Die Expert:innen des Fachdialogs bestätigten einhellig, dass Interoperabilität eine kritische Voraussetzung ist, um Lock-in-Effekte zu vermeiden. Dafür bedarf es einheitlich standardisierter Identitäten innerhalb und zwischen den verschiedenen Datenräumen. Darüber hinaus wurde betont, dass Rechtskonformität auch über Ländergrenzen hinweg sichergestellt sein muss, damit Datentransaktionen effizient und rechtssicher umgesetzt werden können.

⁸⁵ <https://www.cofinity-x.com/about-us>; letzter Zugriff am 24.11.2025.

⁸⁶ Vgl. Filistrucchi & Klein (2015).

⁸⁷ Vgl. Verbrugge et al. (2024).

Ein wichtiger Impuls für mehr technische und rechtliche Standardisierung wird aus Sicht der Teilnehmenden vom Data Act erwartet. Dieser wird voraussichtlich dazu führen, dass künftig die Wahl des Konnektors an Bedeutung verliert, da alle Datenräume interoperabel sein müssen.

In Deutschland machen KMU einen erheblichen Teil der Wirtschaftsleistung aus, verfügen aber über begrenzte Ressourcen.⁸⁸ Für ihre Beteiligung ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen bereitgestellten Funktionen und entstehenden Kosten entscheidend. Dies betrifft sowohl die technische Implementierung als auch die Preisstruktur, zum Beispiel durch gestaffelte Beiträge nach Nutzungsintensität oder Unternehmensgröße. Zu beachten ist dabei, dass eine Orientierung der Beiträge an der Nutzungsintensität auch Fehlanreize erzeugen könnte, da Unternehmen möglicherweise weniger Daten teilen, um Kosten zu sparen. Die potenzielle Auswirkung wurde ebenfalls im Fachdialog durch die Expert:innen angemerkt. Erfahrungen aus Catena-X und dem Mobility Data Space zeigen, dass eine differenzierte Kostenverteilung praktikabel ist, wodurch die Beteiligung besonders von KMU gefördert werden könnte. Beim Mobility Data Space hängt beispielsweise der jährliche Mitgliedsbeitrag von den Jahresumsätzen der Unternehmen ab. Einige Organisationen sind von den Mitgliedsbeiträgen befreit, darunter staatliche und gemeinnützige Organisationen.⁸⁹ Bei dem Datenraum für die Automobilbranche Catena-X hängt die Gebühr zum Austausch im Datenraum von der Basislizenz und von der Nutzungslizenz ab. Die jährlichen Kosten der Basislizenz hängen hier ebenfalls von dem konsolidierten Jahresumsatz der Unternehmensgruppe ab. Die Nutzungslizenz richtet sich gestaffelt nach der Anzahl der Partner, mit denen ein Akteur Daten austauschen möchte. Die Nutzungsstufen reichen von unter 20 Partnern bis hin zu über 1000 Partnern, wofür jeweils eine entsprechende Datenraumlizenz erforderlich ist.⁹⁰

Gleichzeitig bringen selbstverstärkende Netzwerkeffekte und Skaleneffekte auch Risiken mit sich. Sie können zu Konzentrationstendenzen führen und ein sogenanntes „Market Tipping“ begünstigen, bei dem einzelne Anbieter marktbeherrschende Positionen einnehmen und für Nutzer Lock-in-Effekte resultieren.⁹¹ In solchen Fällen ist eine monopolistische Preissetzung möglich, die nicht wohlfahrtsoptimal ist.⁹² Dem stehen jedoch Gegenmechanismen gegenüber:

- Erkenntnisse der Plattformökonomie zeigen, dass mit zunehmenden Nutzerzahlen sogenannte Überfüllungseffekte auftreten können: Informations- und Suchkosten steigen, etwa durch Reizüberflutung oder eine hohe Werbedichte, so dass stark wachsende Plattformen wiederum an Attraktivität verlieren können.⁹³

⁸⁸ Siehe Kapitel 1.2.

⁸⁹ Vgl. Mobility Data Space (2024).

⁹⁰ Vgl. <https://www.cofinity-x.com/price-info>, Letzter Zugriff am 30.09.2025.

⁹¹ Vgl. Arnold et al. (2016); Hildebrandt & Nett (2016); Demary & Rusche (2018).

⁹² Vgl. Demary & Rusche (2018).

⁹³ Der Überfüllungseffekt bezeichnet die Situation, dass Plattformen trotz anfänglicher Skaleneffekte bei sehr hoher Nutzungsintensität unter steigenden Such- und Transaktionskosten leiden, etwa durch Reizüberflutung oder erhöhte Werbedichte, sodass eine gezielte Begrenzung oder Vorauswahl von Nutzern ökonomisch vorteilhaft sein kann. Vgl. Hildebrandt & Nett (2016).

Für die derzeitigen Datenräume ist dies jedoch noch kein relevantes Problem, da viele Initiativen aktuell vor allem damit kämpfen, eine kritische Masse an Teilnehmenden zu erreichen.

- Konzentration auf wenigen Datenräume können durch das Entstehen von mehreren Angeboten verhindert werden, in etwa durch das Nutzen von offenen Schnittstellen, standardisierten Formaten oder flexiblen Vertragslaufzeiten, die die parallele Nutzung mehrerer Marktplätze oder den Wechsel zwischen Datenräumen im Datenökosystem vereinfachen.
- Nicht zuletzt sind digitale Märkte durch eine hohe Marktdynamik und Innovationsdruck geprägt, was Marktzutritte erleichtert.⁹⁴ Für Datenräume bedeutet das, dass Wettbewerb nicht nur zwischen Daten- und Diensteanbietern, sondern auch zwischen den Betreibern zentraler Funktionen und Dienste des Datenraums entstehen kann, etwa zwischen Metadaten-Broker oder App-Store-Anbietern.

In der folgenden Textbox werden die wichtigsten Strategien zur Überwindung des Henne-Ei-Problems sowie zur Hebung der positiven Netzwerkeffekte von Datenräumen übersichtlich zusammengefasst.

Netzwerkeffekte und Datenräume

Positive Netzwerkeffekte sind ein zentraler Erfolgsfaktor für Datenräume. Damit diese entstehen können, braucht es gezielte Maßnahmen zum initialen Aufbau und zur Skalierung des Netzwerks:

- Lösen des Henne-Ei-Problems:
Netzwerkeffekte entfalten sich erst ab einer kritischen Nutzerzahl. In der Anfangsphase ist daher eine gezielte Anschubfinanzierung sowie eine mittel- bis langfristig orientierte Strategie notwendig, um eine ausreichende Attraktivität für die Pioniernutzer zu schaffen.
- Markteintrittsbarrieren senken:
Mechanismen wie Standardisierung, Interoperabilität, Open-Source-Lösungen sowie Transparenz über teilnehmende Akteure und verfügbare Angebote senken die Markteintrittsbarrieren und begünstigen Schaffung einer hohen Anzahl an teilnehmenden Akteuren.
- Anreize durch attraktive Dienste:
Die Bereitstellung relevanter, qualitativ hochwertiger Apps und Services ist entscheidend, um Unternehmen zur Teilnahme zu motivieren. Gleichzeitig muss die Finanzierung der Diensteanbieter, wie App-Stores, Metadaten-Broker oder Anbieter von Identitätsdiensten, gesichert sein.

⁹⁴ Demary & Rusche (2018); Büchel et al. (2022).

- Preismodelle zur Skalierung:
Preisdifferenzierung kann helfen, die preiselastischere Seite des Markts gezielt zu fördern (z. B. durch niedrigere Beiträge für KMU oder Datenbereitsteller) und so das Netzwerkwachstum zu beschleunigen.

Vermeidung von Lock-in- und Konzentrationseffekten:

Netzwerk- und Skaleneffekte bringen auch Risiken mit sich. Konzentrationstendenzen sind insbesondere dort möglich, wo zentrale Dienste (z. B. App Stores, Identitätsanbieter) monopolähnliche Positionen einnehmen könnten. Durch die Verwendung offener Standards, Interoperabilität und modulare Architekturen kann solchen Entwicklungen entgegengewirkt werden.

4.4 Informationsasymmetrien und Anreize

Informationsasymmetrien liegen vor, wenn einige Akteure über privates Wissen verfügen, das anderen nicht bekannt sind.⁹⁵ In digitalen Märkten wie dem Internet zeigt sich dieses Problem besonders deutlich: Kunden können die Qualität von Produkten vor dem Kauf nicht zuverlässig überprüfen, wodurch ein klassisches „Market for Lemons“-Szenario nach Akerlof (1970) entsteht. Darunter versteht man einen Markt, in dem mangelnde Transparenz dazu führt, dass sich vor allem qualitativ minderwertige Produkte („lemons“) durchsetzen, weil Käufer die Qualität nicht erkennen können. Übertragen auf Datenräume bedeutet das, dass hochwertige Datenangebote vom Markt verdrängt werden, sofern Nutzer die Datenqualität nicht überprüfen oder nachvollziehen können. Dies kann dazu führen, dass die Attraktivität und Funktionsfähigkeit des gesamten Datenraums beeinträchtigt wird.

Um Vertrauen zu schaffen und ein solches Marktversagen (d.h. ein Ausbleiben vorteilhafter Transaktionen) zu vermeiden, sind Reputationsmechanismen, also Bewertungs- oder Zertifizierungssysteme, besonders wichtig.⁹⁶

Eine grundsätzliche Herausforderung für den Datenaustausch ist, dass sich der tatsächliche Wert der Daten erst nach ihrer Verarbeitung und Analyse erschließt und zudem vom konkreten Anwendungsfall und den Möglichkeiten des jeweiligen Datennutzers abhängt (siehe Kapitel 3.1). Für Unternehmen ist es daher herausfordernd, den potenziellen Erkenntnisgewinn vor dem Datenaustausch zu quantifizieren. Diese Unsicherheit führt zu unvollständigen Informationen und Informationsasymmetrien zwischen Datenanbietern und -nachfragern: Dateninhaber kennen ihre Daten im Detail, während Datenempfänger diese nicht unabhängig bewerten können.⁹⁷ Nach Akerlof führen solche Asymmetrien zu einer ineffizienten Allokation: Auf einem Markt, in dem Käufer die Qualität der angebotenen Güter nicht erkennen können, sind sie nur bereit, einen Durchschnittspreis zu zahlen.

⁹⁵ Vgl. Sell & Reese (2014).

⁹⁶ Vgl. Elsner et al. (2015).

⁹⁷ Vgl. Linde (2005); Rohde et al. (2022).

Besitzer qualitativ hochwertiger Daten haben dadurch wenig Anreiz, ihre Waren anzubieten, weil sie für ihre höhere Qualität keinen angemessenen Preis erzielen können. In der Folge sinkt die durchschnittliche Qualität der gehandelten Produkte, was wiederum die Zahlungsbereitschaft der Käufer weiter verringert: ein sich selbst verstärkender Negativkreislauf.⁹⁸

Für Datenräume lässt sich dieses Prinzip nur teilweise übertragen: Hier geht es häufig nicht um den direkten Verkauf von Daten, sondern um deren Teilen oder gemeinsamen Nutzen. Dennoch kann eine ähnliche Dynamik auftreten: Wenn Nutzer die Qualität oder Verwendbarkeit von Daten nicht einschätzen können, zögern Anbieter, hochwertige Daten freizugeben, weil sie keinen entsprechenden Gegenwert, sei es in Form von Preis, Gegenleistung oder Reputation, erwarten. Dies kann dazu führen, dass überwiegend Daten von geringerer Qualität geteilt werden, was die Attraktivität des gesamten Datenraums mindert.

Zu beachten ist auch ein psychologischer Mechanismus, der hemmend wirken könnte: Individuen und Organisationen neigen dazu, potenzielle Verluste stärker zu gewichten als mögliche Gewinne in der gleichen Höhe (sogenannte „Verlustaversion“).⁹⁹ Beim Teilen von Daten äußert sich dieses Verhalten zum Beispiel in der Furcht vor unbeabsichtigter Offenlegung sensibler Informationen oder einer unkontrollierten Weitergabe der Daten. Hinzu kommt, dass Nachfragende oft nicht genau wissen, wie gut die angebotenen Daten sind oder welchen Nutzen sie tatsächlich bringen. Diese Unsicherheit erhöht das Risiko einer unvorteilhaften Transaktion. Selbst wenn der wahrscheinliche Nutzen objektiv größer wäre als mögliche Schäden, kann die Verlustaversion dazu führen, dass emotionale Risikoeinschätzungen rationale Kosten-Nutzen-Abwägungen überlagern und Daten deshalb nicht geteilt werden.

Damit Datenräume erfolgreich sein können, müssen sie Transparenz und Vertrauen schaffen, um hierdurch Informationsasymmetrien zu verringern, wahrgenommene Risiken zu senken und eine klare Erwartung eines positiven Gesamtnutzens zu ermöglichen.

Um Unsicherheiten zu reduzieren und mehr Transparenz herzustellen, können sowohl Screening- als auch Signaling-Maßnahmen eingesetzt werden.¹⁰⁰ Beim Signaling geht die Initiative vom besser informierten Akteur aus, typischerweise ist das der Datenanbieter. Er gibt glaubwürdige Hinweise auf die Datenqualität und seine Vertrauenswürdigkeit, etwa durch:

- Gütesiegel oder Zertifizierungen unabhängiger Stellen,
- Anbiiterratings (wie im E-Commerce verbreitet),
- eine professionelle Präsentation der Daten,

⁹⁸ Vgl. Akerlof (1970).

⁹⁹ Vgl. Kahneman & Tversky (1979).

¹⁰⁰ Vgl. Büchel & Rusche (2023).

- Probedatensätze oder
- Verwendung standardisierter Datenformate und -schnittstellen, die Vergleichbarkeit und Bewertbarkeit erleichtert.

Eine Herausforderung besteht darin, dass sich Qualitätsanforderungen je nach Verwendungszweck unterscheiden. Wenn Daten für eine breite Nutzerschaft angeboten werden, können daher meist nur allgemeine Qualitätsstandards umgesetzt werden, und es fehlen oft etablierte Metriken, um Datenqualität zuverlässig zu bewerten. Hier können Intermediäre mit Erfahrung unterstützen, indem sie die Kommunikation von Qualitätsanforderungen zwischen den Transaktionspartnern unterstützen und die Entwicklung geeigneter Bewertungsmaßstäbe helfen.¹⁰¹

Screening-Maßnahmen werden dagegen vom schlechter informierten Akteur initiiert, typischerweise der Datenempfänger. Ziel ist es, zusätzliche Informationen über die Qualität der Daten zu gewinnen. Denkbar sind hierfür beispielsweise spezifische Vertrags- oder Vergütungsmodelle, etwa erfolgsabhängige Zahlungen oder nutzungsabhängige Entgelte, bei denen eine Prämie für nachweislich hochwertige Daten gezahlt wird. Screening-Mechanismen wie diese erlauben eine ex-post-Bewertung des tatsächlichen Wertes oder Nutzens der Daten und verringern das Risiko, für qualitativ unzureichende oder wenig nutzenstiftende Daten übermäßig zu bezahlen.

Verschiedene Signaling- und Screening-Maßnahmen sind für Datenräume denkbar, so die Diskussion im Fachdialog.

Als Signaling-Instrument könnte etwa ein digitaler Produktpass für digitale Dienste dienen, der Transparenz über Eigenschaften, Herkunft und Qualität der angebotenen Services schafft. Auch eine Zertifizierung ist denkbar, beispielsweise um die Konformität eines Dienstes mit Standards und Normen oder regulatorischen Anforderungen sichtbar zu machen.

Im Fachdialog wurden darüber hinaus auch wünschenswerte technische Lösungen zur Unterstützung von Screening-Prozessen diskutiert. Hierzu zählen etwa Logging-Dienste, die die Nachvollziehbarkeit und Integrität von Transaktionen dokumentieren, sowie Dienste, die eine systematische Überprüfung der Datenqualität ermöglichen, wie beispielsweise der von Mission KI entwickelte „Extended Dataset Profile Service“ für Metadaten.¹⁰²

¹⁰¹ Vgl. Rohde et al. (2022).

¹⁰² Vgl.

<https://mission-ki.de/en/enhancing-data-ecosystem-connectivity-mission-ki-develops-innovative-dataset-search-engine>, letzter Zugriff am 30.09.2025.

In der folgenden Textbox werden die Strategien zur Überwindung von Informationsasymmetrien bei Datenräumen zusammengefasst.

Informationsasymmetrien, Anreize und Datenräume

Damit Datenräume erfolgreich sind, ist es fördernd wenn Informationsasymmetrien zwischen Datennutzern und -anbietern abgebaut und die von Unternehmen wahrgenommenen Risiken des Datenteilens gesenkt werden. Dies ist besonders wichtig für KMU, die bei unklarer Datenqualität oder unsicheren Transaktionsbedingungen oft zögern, sich an einem Datenökosystem zu beteiligen. Wichtige Hebel zur Vertrauensbildung und Risikosenkung können die folgenden Maßnahmen umfassen:

- *Kommunikation der Mehrwerte:*
Klare und nachvollziehbare Kommunikation von Mehrwerten, z. B. durch Quantifizierung der durch eine Transaktion erzielbaren Nutzenpotenziale oder durch Darstellung von Referenzanwendungen.
- *Signaling-Mechanismen etablieren:*
Daten- und Diensteanbieter machen durch geeignete Signaling-Maßnahmen die Qualität ihrer Angebote besser sichtbar. Die kann erfolgen durch:
 - Transparenz über Datenqualität und -nutzung durch Zertifizierungen, digitale „Produktpässe“ für Apps und Services oder Logging-Dienste zur Nachvollziehbarkeit der Datennutzung
 - Akkreditierung von Datenanbietern und Daten
 - Bewertungssysteme für Datenanbieter und Daten in Metadatenbroker
 - Professionelle, standardisierte Präsentation von (Meta-)Daten
- *Screening-Mechanismen:*
Etablierung von Screening-Mechanismen mit denen Datennutzer passende und vertrauenswürdige Angebote besser erkennen können. Diese Mechanismen können beispielsweise sein:
 - Closed-User-Groups zum Erfahrungsaustausch von Datennutzern über angebotene Daten- und Dienste
 - Monetäre Anreizmodelle, wie Gewinnbeteiligungen anstatt Fixpreise für Daten
 - Daten-Auditing durch Dritte

5 Fazit: Erfolgsfaktoren von Datenräumen

Die vorliegende Analyse hat auf Grundlage von Erkenntnissen aus der Informations- und Netzökonomie sowie regulatorischen Anforderungen untersucht, welche Bedingungen und Mechanismen den Erfolg föderierter Datenräume wahrscheinlich begünstigen können. Aus diesen Überlegungen lassen sich sechs Erfolgsfaktoren ableiten, die als Orientierung für die Gestaltung und Weiterentwicklung von Datenräumen dienen können.

Erfolgsfaktor 1: Nutzungsbeiträge so gestalten, dass kostensensible Nutzergruppen wie KMU weniger Kosten tragen müssen und dadurch einen Anreiz zur Teilnahme erhalten.

Ein entscheidendes Ergebnis ist, dass Transaktionskosten in ihrer Höhe und Verteilung maßgeblich über die Beteiligungsbereitschaft von Unternehmen entscheiden. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen stehen häufig vor hohen Implementierungskosten, bedingt durch begrenzte Kompetenzen und technische Voraussetzungen. Datenräume sollten daher so ausgestaltet sein, dass sie ein angemessenes Verhältnis zwischen bereitgestellten Funktionen und entstehenden Kosten bieten. Dies umfasst sowohl Unterstützung bei der technischen Implementierung, als auch eine transparente Preisstruktur, etwa in Form gestaffelter Beiträge nach Nutzungsintensität und Unternehmensgröße. Erfahrungen aus laufenden Initiativen wie Catena-X oder dem Mobility Data Space verdeutlichen, dass eine differenzierte Kostenverteilung praktikabel ist und Zugangshürden senken könnte.

Erfolgsfaktor 2: Sicherstellen, dass der Datenaustausch im Datenraum mindestens so effizient und kostengünstig erfolgt wie über herkömmliche Schnittstellenlösungen.

Ein zentraler Erfolgsfaktor besteht darin, dass die Transaktionskosten innerhalb eines Datenraums dauerhaft unter denen alternativer Lösungen (z. B. individueller API-Anbindungen) liegen. Entscheidend ist daher nicht nur die einmalige Einrichtung, sondern die kontinuierliche Senkung der Kosten entlang aller Transaktionsphasen. Einmal an den Datenraum angeschlossen, ermöglichen Standardisierung, Interoperabilität und vertrauensbildende Mechanismen den Unternehmen, mit geringem Aufwand Daten mit einer Vielzahl von Partnern auszutauschen und neue Anwendungsfälle wirtschaftlich zu skalieren. Dadurch lassen sich für alle Teilnehmergruppen, insbesondere für KMU, die Such-, Verhandlungs- und Abwicklungskosten reduzieren.

Erfolgsfaktor 3: Standardverträge und Klauseln in Datenräumen vereinheitlichen und etablieren.

Rechtliche Unsicherheiten stellen nach wie vor ein erhebliches Hemmnis für die Teilnahme an Datenräumen dar. Standardisierte, vorgeprüfte Verträge – etwa auf Basis des SITRA Rulebooks oder der Mustervertragsbedingungen und Standardvertragsklauseln der Europäischen Kommission – können dazu beitragen, Eintrittsbarrieren zu

reduzieren.¹⁰³ Damit wird eine verbindliche rechtliche Grundlage geschaffen, auf die sich alle Teilnehmende im Datenraum stützen können. Standardisierte Vertragswerke tragen nicht nur zur Rechtssicherheit bei, sondern reduzieren auch Transaktionskosten, da wiederholte Fragen zur Haftung, Datennutzung oder Verantwortlichkeiten nicht bei jeder Transaktion neu verhandelt werden müssen.

Erfolgsfaktor 4: Durch Verschlüsselung, Zugriffskontrollen und Monitoring einen vertrauenswürdigen und kontrollierbaren Datenaustausch gewährleisten.

Neben rechtlichen Rahmenbedingungen sind technische Maßnahmen entscheidend, um Sicherheit und Steuerbarkeit im Datenaustausch zu gewährleisten.

Hierzu zählt die technische Infrastruktur, insbesondere der Konnektor, der datenschutz- und nutzungsrechtliche Anforderungen durchsetzt. Digitale Identitäten bilden hierbei die Grundlage für eine verlässliche Authentifizierung der teilnehmenden Akteure und gewährleisten, dass nur berechtigte Organisationen den Zugang erhalten. Rollenbasierte Zugriffssysteme ermöglichen eine differenzierte Steuerung der Berechtigungen, sodass nicht jede Partei auf alle Daten in gleicher Weise zugreifen kann. Ergänzend dazu tragen Trust Frameworks wie das Gaia-X Trust-Framework dazu bei, einheitliche Sicherheits- und Vertrauensregeln verbindlich umzusetzen. Logging-Mechanismen ermöglichen es, Transaktionen nachvollziehbar zu dokumentieren und mögliche Regelverstöße zu identifizieren. Zusammengenommen schaffen diese Maßnahmen eine Sicherheitsarchitektur, die den kontrollierten und vertrauenswürdigen Austausch von Daten unterstützt.

Die Möglichkeit, Zugriffsrechte dynamisch anzupassen und Regelverstöße automatisiert zu prüfen, eröffnet Datenräumen weiteres Entwicklungspotenzial. Solche automatisierten Compliance-Prozesse gehen über die klassischen, manuellen Prüfungen (z. B. im Clearing House) hinaus. Sie verringern Fehler und Zeitaufwände und ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung und Berichterstattung in Echtzeit. Dadurch können Datenräume schnell auf sich wandelnde regulatorische Anforderungen reagieren und ihre langfristige Stabilität sichern.¹⁰⁴

Erfolgsfaktor 5: Datenqualität branchen- und datenraumübergreifend sicherstellen und Transparenz herstellen.

Darüber hinaus zeigt sich, dass die Qualität der geteilten Daten eine wichtige Rolle für die tatsächliche Nutzbarkeit spielt. Zertifikate können als Nachweis definierter Standards dienen und erhöhen die Vertrauenswürdigkeit von Datenanbietern. Nicht nur die Daten selbst, sondern auch die entsprechenden Metadateninformationen in standardisierter und semantisch umfassender Form stellen Transparenz über die Inhalt, Zugriffsbedingungen und Qualitätsmaßstäbe sicher.¹⁰⁵ Erst durch diese Kombination entsteht eine

¹⁰³ Vgl. Europäische Kommission (2025).

¹⁰⁴ Vgl. Steinbuss (2025), S. 25.

¹⁰⁵ Vgl. <https://dssc.eu/space/bv15e/766069419/Data,+Services,+and+Offerings+Descriptions>, letzter Zugriff am 30.09.2025.

belastbare Grundlage, auf der fundierte Entscheidungen über Datennutzung getroffen werden können.

Internationale Standards wie die ISO-8000-Serie bieten bereits klare Leitlinien zur Datenqualität, werden jedoch noch nicht flächendeckend angewendet.¹⁰⁶ Durch die konsequente Integration solcher Standards und verbindlicher Zertifizierungsprozesse könnten Datenräume ein verlässliches Qualitätsniveau sichern und ihre Attraktivität deutlich steigern. Ergänzend können Nutzer-Communities (etwa über „Closed User Groups“) praxisnahe Rückmeldungen liefern und so zusätzliche Orientierung für die Bewertung von Datensätzen schaffen.¹⁰⁷

Auch auf Ebene der Akkreditierung bestehen aktuell noch offene Punkte. Es wird künftig erwartet, dass auch die Zertifizierungs- und Prüfstellen durch nationale Akkreditierungsstellen überwacht und auditiert werden. Damit würde die institutionelle Grundlage geschaffen, um regulatorische und normative Anforderungen dauerhaft einzuhalten und diese Stellen in standardisierter Weise zuzulassen. Diese Weiterentwicklung ist entscheidend, um langfristig eine konsistente, vertrauenswürdige und international anschlussfähige Zertifizierungs- und Akkreditierungsarchitektur für Datenräume zu etablieren.¹⁰⁸

Erfolgsfaktor 6: Datenräume so gestalten, dass sie die Umsetzung regulatorischer Anforderungen (Data Act) wirksam unterstützen.

Ein weiterer Erfolgsfaktor stellt die Konformität der Datenräume mit dem Regulierungsrahmen dar. Denn Datenräume werden zu einem nützlichen Tool, wenn sie auch den Ansprüchen und Voraussetzungen entsprechen, die sich aus dem Regulierungsrahmen ergeben.

Besonderes Potenzial ergibt sich dabei aus der Umsetzung der im Data Act vorgesehnen Rollen und Abläufe. Datenräume, die die im Data Act vorgesehenen Akteurskonstellationen technisch und organisatorisch abbilden, können zu einer wichtigen Infrastruktur für rechtssicheres Datenteilen werden. Dazu gehört insbesondere, dass Datenräume in der Lage sind, die vom Data Act vorgesehenen Akteurskonstellationen beim Datenteilen (einschließlich der Einbindung von Dritten bzw. Datenempfängern) vollständig zu unterstützen, komfortabel zu gestalten und etwaige Zahlungsflüsse automatisiert abzuwickeln. Ähnliches gilt für das Einhalten von bestimmten technischen und organisatorischen Maßnahmen (TOMs), die gemäß Data Act vom Dateninhaber eingefordert werden können, wenn Geschäftsgeheimnisse geteilt werden. Hier sollte sichergestellt sein, dass der Datenraum diese Anforderungen erfüllt und zudem eine komfortable und praktikable Umsetzung bietet (siehe hierzu auch Erfolgsfaktor 4).

¹⁰⁶ Vgl. [ISO 8000-1:2022\(en\), Data quality — Part 1: Overview](#), letzter Zugriff am 30.09.2025.

¹⁰⁷ Diese Idee ist angelehnt an die User Group der IDSA, bei denen über eine Plattform Erfahrungen und Wissen in einer Plattform ausgetauscht wird. Vgl. [Data Space User Group - International Data Spaces](#), Letzter Zugriff am 30.09.2025.

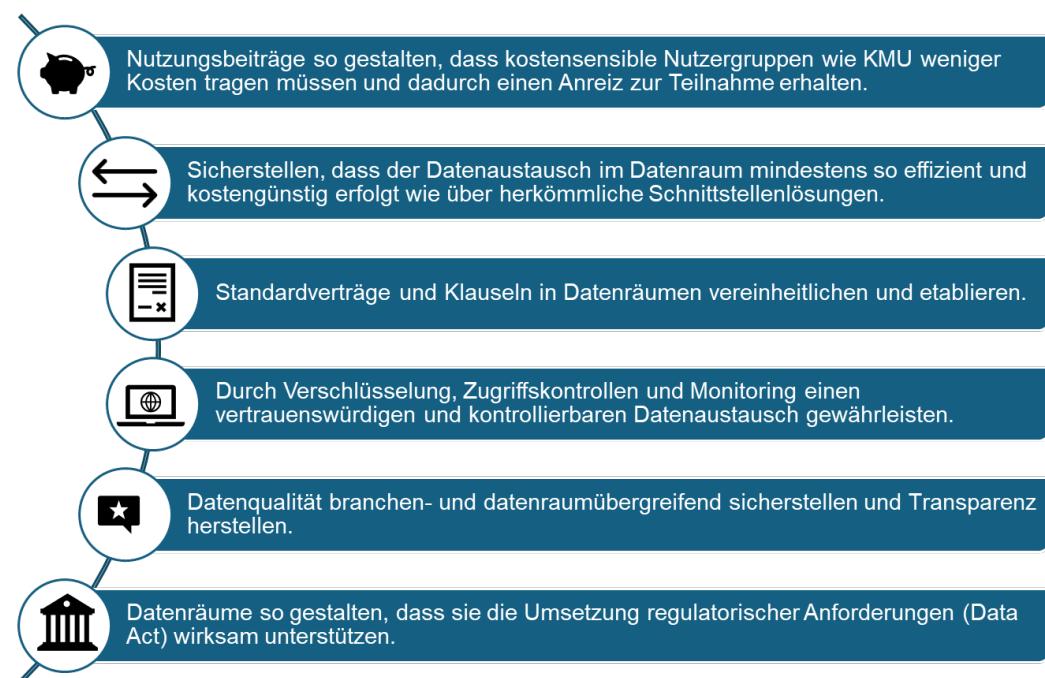
¹⁰⁸ Vgl. International Data Spaces Association (o. J.b).

Ebenso sollten die Vorgaben der DSGVO im Umgang mit personenbezogenen Daten bei der Konzeption der Datenräume beachtet werden. Dazu gehört beispielsweise, dass ein Datenraum das Recht auf Löschung personenbezogener Daten technisch umsetzen kann.

Fazit

Abbildung 5-1 fasst die identifizierten Erfolgsfaktoren zur Gestaltung zusammen. Sie bilden keine abschließende Auflistung, können jedoch eine Unterstützung sein, um Unternehmen und weitere Organisationen für den Beitritt eines Datenraums zu gewinnen.

Abbildung 5-1: Identifizierte Erfolgsfaktoren zur Gestaltung von Datenräumen



Quelle: Eigene Darstellung.

Insgesamt verdeutlicht die Analyse, dass der Erfolg von Datenräumen wesentlich davon abhängt, ökonomische Anreize, rechtliche Sicherheit und organisatorische Anschlussfähigkeit in einem konsistenten Gesamtsystem zu vereinen. Entscheidend ist dabei die Fähigkeit der beteiligten Akteure – insbesondere der Betreiber, Initiatoren und teilnehmenden Unternehmen, aber auch Politik und Verbände – diese Rahmenbedingungen gemeinsam so zu gestalten, dass Vertrauen, Nutzen und Skalierung für alle Beteiligten entstehen können. Nur unter diesen Bedingungen kann ein Ökosystem entstehen, das skalierbar ist, Netzwerkeffekte entfaltet und langfristig zur Steigerung der Datenwertschöpfung beiträgt, ohne zugleich die monopolistischen Tendenzen von Online-Plattformen zu entfalten.

Literatur

Akerlof, G. (1970). *The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism*
<https://www.jstor.org/stable/1879431>

Acatech (2023). *Factsheet Datenräume Grundkonzepte und Gestaltungsprinzipien schnell und einfach erklärt. 230904_Factsheet_Datenraeume_kurz.pdf*,
zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Adner, R. (2017). *Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. Journal of management*, 43(1), 39-58

Arnold, R., Bott, J. Hildebrandt, C. Schäfer & Tenbrock, S. (2016). *Internet-basierte Plattformen und ihre Bedeutung in Deutschland*
https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/Studie_IBP.pdf

Arnold, R., Hildebrandt, C., Tas, S. (2020). *Europäische Datenökonomie: Zwischen Wettbewerb und Regulierung*
<https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2021/Europaeische-Datenoekonomie.pdf>

Azkan, C., Gieß, A., Gür, I., Hupperz, M., Frings, S.,..., Walter, J. (2024). *Anreizsysteme und Ökonomie des Data Sharing*. Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Institut der deutschen Wirtschaft, Technische Universität Dortmund & ZEW
https://ieds-projekt.de/wp-content/uploads/2024/04/IEDS-Whitepaper_2024_Final.pdf

BearingPoint (2024). *Auf die Plätze, fertig, Catena-X! Zwischen Vision und Wirklichkeit: Catena-X und die Zukunft der vernetzten Lieferketten*

Beverungen, D., Hess, T., Köster, A., & Lehrer, C. (2022). *From private digital platforms to public data spaces: implications for the digital transformation*. Electronic Markets, 32(2), 493-501

Bitkom (2022). *Datenräume und Datenökosysteme – Erste Einordnung und aktueller Stand*
https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/Bitkom_Datenraeume_Datenoekosysteme_Sep_2022.pdf, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

BMWK (2019). *Das Projekt GAIA-X, Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems.*
<https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x-executive-summary.pdf?blob=publicationFile&v=1>,
zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

BSI (2019). *Blockchain sicher gestalten*
https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.pdf?blob=publicationFile&v=3,
zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

BSI (2023). *Mindeststandard des BSI zur Verwendung von Transport Layer Security.*
https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Transport_Layer_Security_Mindeststandards.pdf?blob=publicationFile&v=1,
zuletzt abgerufen am 29.09.2025

Buchanan, J.M. (1965). *An Economic Theory of Clubs*
https://www.academia.edu/43938921/Economic_Theoryof_Clubs#:~:text=The%20economic%20theory%20of%20clubs%20explores%20optimal%20club,for%20effective%20provision%20and%20utilization%20of%20club%20goods

- Büchel, J., Demary, V., Engels, B., Graef, I., Koppel, O. & Rusche, C. (2022). *Innovationen in der Plattformökonomie, Studien zum deutschen Innovationssystem*
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/251365/1/1795368195.pdf>
- Büchel, J. & Rusche, C. (2023). *Datenbewertung der Unternehmen*
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Trends/PDF/2023/IW-Trends_2023-03-06_B%C3%BCchel-Rusche.pdf
- Bundeskanzlei (2025b). *Rollen im Datenökosystem Schweiz. Digitale Transformation und IKT Lenkung (Schweiz)*.
https://www.bk.admin.ch/bk/de/home/digitale-transformation-ikt-lenkung/datenoekosystem_schweiz/grundlagen-fuer-datenraeume/rollenimdatenokosystem.html,
zuletzt abgerufen am 29.09.2025
- CITplus (2024). *Mammutprojekt Manufacturing-X*
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/citp.202400404?msockid=04d465ca018660640e29713d0003618f>
- Cornes, R. & Sandler, T. (1996). *The Theory of Externalities, Public Goods, and Club Goods*.
<https://www.cambridge.org/core/books/theory-of-externalities-public-goods-and-club-goods/7E207CA8467BA6EF08361F4B5D5D7513>
- Demary, V. & Rusche, C. (2018). *The Economics of Platforms*
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Analysen/PDF/2018/Analyse123-Digitale-Plattformen.pdf
- DIHK (2024). *Digitalisierung weiter eher Werkzeug als Innovationsmotor-Die DIHK-Digitalisierungsumfrage 2023*.
<https://www.dihk.de/de/themen-und-positionen/wirtschaft-digital/digitalisierung/digitalisierungsumfrage-23/digitalisierung-eher-werkzeug-als-innovationsmotor--111342>,
zuletzt aufgerufen am 29.10.2025
- Data Space Support Centre (2022a). *1st collaborative discussion paper: Why data spaces? A business and user's perspective*.
<https://dssc.eu/space/DC/28049509/Strategic+Stakeholder+Forum?attachment=/download/attachments/28049509/1st%20collaborative%20discussion%20paper%20Why%20data%20spaces%20A%20business%20and%20user%27s%20perspective.pdf&type=application/pdf&filename=1st%20collaborative%20discussion%20paper%20Why%20data%20spaces%20A%20business%20and%20user%27s%20perspective.pdf>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- Data Space Support Centre (2022b). *Starter Kit for Data Space Designers*. Interim Version
<https://manufacturingdataspace-csa.eu/wp-content/uploads/2024/10/4-DSSC-Starterkit-Interim-Version-Release-19-Dec-2022.pdf>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- DSSC (2025a). *About DSSC*. <https://dssc.eu/space/Partners/175472674/About+DSSC>,
zuletzt abgerufen am 29.10.2025
- DSSC (2025b). *Building Block Overview*.
[Building Block Overview - Blueprint v2.0 - Data Spaces Support Centre](https://dssc.eu/space/Partners/175472674/About+DSSC),
zuletzt abgerufen am 29.10.2025
- David, R., Ivanov, P. & Alexiev, V. (2024). *Raising the role of vocabulary hubs for semantic data interoperability in Dataspaces*. In Third workshop on Semantic Interoperability in Data Spaces, Budapest, Hungary.
<https://semantic.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/2024/08/Raising-the-role-of-vocabulary-hubs-for-semantic-data-interoperability-in-Dataspaces.pdf>

[Role-of-Vocabulary-Hubs-for-Semantic-Data-Interoperability-in-Dataspaces.pdf](#),
zuletzt abgerufen am 29.10.2025

Elsner, W., Heinrich, T. & Schwardt, H. (2015). *Real-world markets: Hierarchy, size, power, and oligopoly, direct interdependence and instability*. In W. Elsner, T. Heinrich, & H. Schwardt (Eds.), *The microeconomics of complex economies* (pp. 157–190). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411585-9.00007-5>

Europäische Kommission (2024). *Final Report on Facts & Figures: European Data Market Monitoring Tool 2021–2023 (D2.7)*. Erarbeitet von IDC und Lisbon Council. <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/101694>

Europäische Kommission (2025). *Final Report of the Expert Group on B2B data sharing and cloud computing contracts*. [Final-Report-of-the-Expert-Group-on-B2B-data-sharing-and-cloud-computing-contracts.pdf](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Europäisches Komitee für Normung (2024). *Trusted Data Transaction, cwa18125_2024.pdf*, letzter Zugriff am 13.03.2025

Falk, S., Guggenberger, T., Hamper, A., Hoßbach-Zimmermann, N., Moschko, L. & Wirth, J. (2024). *Der Mittelstand als Wachstums- und Innovationsmotor in der Datenökonomie. Plattform Industrie 4.0*, https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/202404_Mittelstand_und_Datenraum.pdf?blob=publicationFile&v=7, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025.

Farrell, J. & Saloner, G. (1986). Installed base and compatibility: Innovation, product preannouncements, and predation <https://www.jstor.org/stable/1816461>

Filistrucchi, L. & Klein, T. (2015). *Price Competition in Two-Sided Markets with Heterogeneous Consumers and Network Effects* http://www.lapofilistrucchi.com/uploads/8/9/2/7/8927195/price_competition_two-sided_nov.2013.pdf

FIWARE Foundation (o. J.). About FIWARE.
[About FIWARE – FIWARE](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025.

Förderer, J. (2022). *Erfolgsmodell Digitale Plattformen*. Geschäftsmodelle – Netzwerkeffekte – Community-Management <https://link.springer.com/book/10.34156/9783791053738>

Gaia-X (2024). Gaia-X Trust Framework Architecture. Gaia-X European Association for Data and Cloud AISBL. [Trust Framework architecture - Gaia-X Architecture Document - 25.05 Release](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025.

Gaia-X Hub Austria (2023). *Aufbau eines Datenraums: Technischer Überblick*. https://www.gaia-x.at/wp-content/uploads/2023/04/WhitepaperGaiaX_german.pdf, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Gieß, A., Hupperz, M., Schoormann, T. & Möller, F. (2024). *What Does it Take to Connect? Unveiling Characteristics of Data Space Connectors* <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/37a20d71-8c45-4f4b-9518-2c5176802457>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Giussani G. & Steinbuss S. (2024). *Data Connector Report*, International Data Spaces Association, <https://doi.org/10.5281/zenodo.13838396>

- Hasler, D., Krumay, B. & Schallmo, D. (2022). *Characteristics of Digital Platforms from a B2B Perspective. A Systematic Literature Review*
https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Schallmo-2/publication/361416656_Characteristics_of_Digital_Platforms_from_a_B2B_Perspective-A_Systematic_Literature_Review/links/-62b037c3938bee3e3f43a483/Characteristics-of-Digital-Platforms-from-a-B2B-Perspective-A-Systematic-Literature-Review.pdf
- Hesse, W. (2005). *Ontologie(n)*. In Informatiklexikon. Gesellschaft für Informatik (GI).
[Ontologie\(n\) - Gesellschaft für Informatik e.V.](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- Hildebrandt, C. & Nett, L. (2016). *Die Marktanalyse im Kontext von mehrseitigen Online-Plattformen*
https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK_-Diskussionsbeitrag_Nr_410.pdf
- Hutterer, A. & Krumay, B. (2024). *The adoption of data spaces Drivers toward federated data sharing*.
<https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams-/069af4b1-02b1-4966-9785-a711d09e1e94/content>
- International Data Spaces Association (o. J.a). *Approval Scheme for Evaluators* [Markdown-Datei]. In Approval Scheme for Evaluators.
[IDS-RAM 4.0/documentation/4_Perspectives_of_the_Reference_Architecture_Model/4_2_Certification_Perspective/ApprovalScheme/approval_scheme_for_evaluators.md at main · International-Data-Spaces-Association/IDS-RAM 4.0 · GitHub](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- International Data Spaces Association (o. J.b). *Future Work* [Markdown-Datei]. In Certification Scheme.
[IDS-RAM 4.0/documentation/4_Perspectives_of_the_Reference_Architecture_Model/4_2_Certification_Perspective/CertificationScheme/Future-Work.md at main · International-Data-Spaces-Association/IDS-RAM 4.0 · GitHub](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- International Data Spaces Association (o. J.c). About IDSA About the International Data Spaces Association.
<https://internationaldataspaces.org/about-idsa/>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- International Data Space Association (2021). *Design Principles for Data Spaces – Position Paper*
<https://h2020-demeter.eu/wp-content/uploads/2021/05/Position-paper-design-principles-for-data-spaces.pdf>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- International Data Spaces Association (2022). *IDS-RAM 4: Reference Architecture Model 4.0. README | IDS Knowledge Base*, zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- International Data Spaces Association (2023). *IDSA Rulebook*.
[Cover | IDS Knowledge Base](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025
- IT-SICHERHEIT (2024). *Wie Datenräume helfen, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln*. DATAKONTEXT GmbH.
<https://www.itsicherheit-online.com/security-management/wie-datenraeume-helfen-neue-geschaeftsmodelle-zu-entwickeln/>, zuletzt abgerufen am 29.09.2025

Ifm Bonn (2025). *Der Mittelstand im Überblick*

https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/ueber_uns/ifm-flyer/IfM_Flyer_2025.pdf

Leser, U. (o. J.). *Informationsintegration Semantische Integration*. Humboldt-Universität zu Berlin.
[Text Analytics](#), zuletzt abgerufen am 29.09.2025

Kahneman, D & Tversky, A. (1979). *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*
https://web.mit.edu/cuhhan/www/docs/Articles/15341_Readings/Behavioral_Decision_Theory/Kahneman_Tversky_1979_Prospect_theory.pdf

Katz, M. & Shapiro, C. (1985). *Network Externalities, Competition, and Compatibility*
[Network Externalities, Competition, and Compatibility on JSTOR](#)

Kent, K., & Souppaya, M. (2006). *Guide to computer security log management. NIST special publication*, 92, 1-72. [Guide to Computer Security Log Management](#)

Kolev-Schaefer, G., & Neligan, A. (2024). *Due diligence-Effect of supply chain regulation: Data-based results on the effects of the German Supply Chain Act (No. 8/2024)*. IW-Report

Krotova, A., Rusche, C., & Spiekermann, M. (2019). *Die ökonomische Bewertung von Daten. Verfahren, Beispiele und Anwendungen*
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Analysen/PDF/2019-/Analyse129_%C3%96konomische_Bewertung_von_Daten.pdf

Kuther, M. (2023). *Start von Manufacturing-X: Chancen für die deutsche Industrie*.
<https://www.elektronikpraxis.de/start-von-manufacturing-x-chancen-fuer-die-deutsche-industrie-a-add12182bac4739b3b28d92bfff2ae90/>, zuletzt aufgerufen am 11.03.2025.

Linde, F. (2005). *Ökonomie der Information*. Göttingen: Univ. Verl. Göttingen.
<https://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2005/linde.pdf>

Märkel, C. et al. (2025). *Umsetzung des Data Act in Deutschland - Neue Regeln für Zugang, Weitergabe und Nutzung von Daten*. Studie von WIK-Consult für die Bundesnetzagentur

Microsoft (2024). *Audit logging and monitoring overview*
[Audit logging and monitoring overview - Microsoft Service Assurance | Microsoft Learn](https://learn.microsoft.com/en-us/learn/modules/service-assurance-audit-logging-and-monitoring/), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Mobility Data Space (2024). *Mobility Data Space Price List*.
https://mobility-dataspace.eu/fileadmin/02_community/nutzungsbedingungen/MDS_price_list.pdf, zuletzt aufgerufen am 30.09.2025

Otto, B. (2022). *The evolution of data spaces*. In *Designing data spaces: The ecosystem approach to competitive advantage* (pp. 3-15). Cham: Springer International Publishing

Platform Thinking Labs (2025). *Pipelines to platforms to protocols: Reconfiguring value and redesigning markets* [Pipelines to Platforms to Protocols: Redesigning Markets](#), zuletzt aufgerufen am 29.09.2025

Reiberg A., Niebel. C., & Kraemer P. (2022). *Was ist ein Datenraum?*. Gaia-X Hub Germany.
https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2022/10/20220914_White_Paper_22.1_Definition_Datenraum_final.pdf

- Reiberg, A., Niebel, C. & Schmitz, A. (2024). *Governance von Datenräumen: Akteure, Strukturen und Phasen der Datenraum-Governance*
<https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2024/03/WP-GX-Governance-Datenraeume.pdf>, zuletzt aufgerufen am 29.10.2025
- Rohde, M., Eisenträger, M., Wittenbrink, N., Straub, S. & Gabriel, P. (2022). *Datenqualität und Qualitätsmetriken in der Datenwirtschaft - Grundlagen, Praxis, Handlungsempfehlungen*
https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion-/DE/Downloads/Publikation/SDW/2022_11_15_Datenmetriken_Studie.pdf?blob=publicationFile&v=1
- Sauerborn (2025). *EU-Datenrichtlinien 2025: So meistern B2B-Unternehmen die Wachstumshürden der Regulierung*. Brixon Group.
<https://brixongroup.com/de/eu-datenrichtlinien-so-meistern-b2b-unternehmen-die-wachstumshuerden-der-regulierung/>, zuletzt aufgerufen am 29.10.2025
- Schwickert, A. (1998). *Institutionen ökonomische Grundlagen und Implikationen für Electronic Business*
<https://jupub.ub.uni-giessen.de/server/api/core/bitstreams/facce161-4131-4f4b-94ec-ab8045ec298f/content>
- Sell, J., & Reese, B. (2014). *Social Dilemma Experiments in Sociology, Psychology, Political Science, and Economics* In Laboratory experiments in the social sciences (pp. 225-245). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404681-8.00010-8>
- Sitra (2025). *Rulebook Model for a fair data economy*
<https://www.sitra.fi/en/publications/rulebook-for-a-fair-data-economy/>
- Sprenger, T. (2024). *Gaia-X Digital Clearing Houses (GXDCH)*. Gaia-X Hub Germany.
[Arbeitspapier](#), zuletzt aufgerufen am 29.10.2025
- Steffen, N., Wiewiorra, L., & Kroon, P. (2021). *Wettbewerb und Regulierung in der Plattform- und Datenökonomie* (Nr. 481). WIK Diskussionsbeitrag.
- Steinbuss S. (2025). *Observability in Data Spaces*, International Data Spaces Association, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15647484>
- Sturgeon, T. J. (2001). *How do we define value chains and production networks?*
IDS bulletin, 32(3), 9-18
- Strnadl, C. F., & Schöning, H. (2023). *Datenplattformen, Datenräume und (Daten-) Ökosysteme – Einordnung und strategische Aspekte*. In *Data Governance: Nachhaltige Geschäftsmodelle und Technologien im europäischen Rechtsrahmen* (pp. 83-103). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg
- Telekom (2024). *Einfach erklärt: Was sind internationale Datenräume?*
[Einfach erklärt: Was sind internationale Datenräume? | Deutsche Telekom](#), zuletzt aufgerufen am 29.10.2025
- Verbrugge, S., Herregodts, A.-L., Kraemer, P., Heindl, A., Schlüter-Langdon, C., Gelhaar, J., Schäfer, M., de Roode, M., Verstraete, M., & Mertens, C. (Hrsg.). (2024). *Data Spaces Business Models*. International Data Spaces Association.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14101303>
- Wehrwein, E. (2025). *Sichere Föderierte Infrastrukturen: FACIS und die Zukunft des Cloud-Edge-Computings in Europa*. Präsentation auf der Internet Security Days 2025.

Anhang 1: Bestandteile von Datenräumen

Konnektor

Konnektoren sind Softwareapplikationen, die bei den jeweiligen Akteuren installiert werden. Die Funktion von Konnektoren besteht darin, auf der einen Seite den Datenaustausch mit anderen Akteuren im Datenraum umzusetzen und auf der anderen Seite die Schnittstelle mit internen IT/OT-Systemen abzubilden. Dabei übernehmen Konnektoren sowohl Aufgaben des Datenmanagements als auch der Vertrauensbildung, indem sie Identitäts-, Zugriff- und Rechteverwaltung technisch umsetzen.¹⁰⁹

Moderne Architekturen von Konnektoren, wie der EDC Connector , folgen einer zweigeteilten Struktur aus Steuerungs- und Datenebene. Die Steuerungsebene umfasst unter anderem Funktionen zur Identitätsvergabe, zur Vertragsaushandlung und zur Protokollierung, während die Datenebene nur für die tatsächliche Übertragung der Daten zuständig ist.¹¹⁰ Diese funktionale Trennung, die im Vergleich zum ursprünglichen DataSpace Connector eingeführt wurde, ermöglicht eine bessere Skalierbarkeit, insbesondere bei der Übertragung großer Datenmengen. Aus technischer Sicht existieren unterschiedliche Varianten der Identitäts- und Zugriffsverwaltung, unter anderem auf Basis von OAuth-Protokollen, dezentrale Identitäten (DID), Dynamic Attribute Provisioning Service (DAPS) oder Identity Hubs. Für die sichere Verarbeitung wird ein Konnektor containerisiert betrieben, um Daten zuverlässig vor externem Zugriff zu schützen.¹¹¹

Ein Konnektor wird in der IT-Infrastruktur des teilnehmenden Unternehmens betrieben und verfügt über eine eigene digitale Identität, die im Datenraum zertifiziert wird.¹¹² Über einen internen Datenkatalog macht er die verfügbaren Datenressourcen gegenüber anderen Akteuren sichtbar und verknüpft diese mit individuellen Nutzungsrichtlinien.¹¹³ Nach erfolgreicher Aushandlung von Verträgen orchestriert der Konnektor automatisiert den Datentransferprozess. Ein Konnektor kommt in verschiedenen Anwendungsszenarien zur Anwendung, etwa beim Einsatz von Maschinendaten, in Datenmarktplätzen oder in industriellen Cloud Plattformen (Vgl. Abbildung 2-3). Entsprechend sind je nach Anwendungsfall unterschiedliche Anforderungen an Ressourcenverbrauch, Cybersicherheit und Effizienz gegeben.¹¹⁴

¹⁰⁹ Vgl. Gaia-X Hub Austria (2023).

¹¹⁰ Vgl. Giussani & Steinbuss (2024).

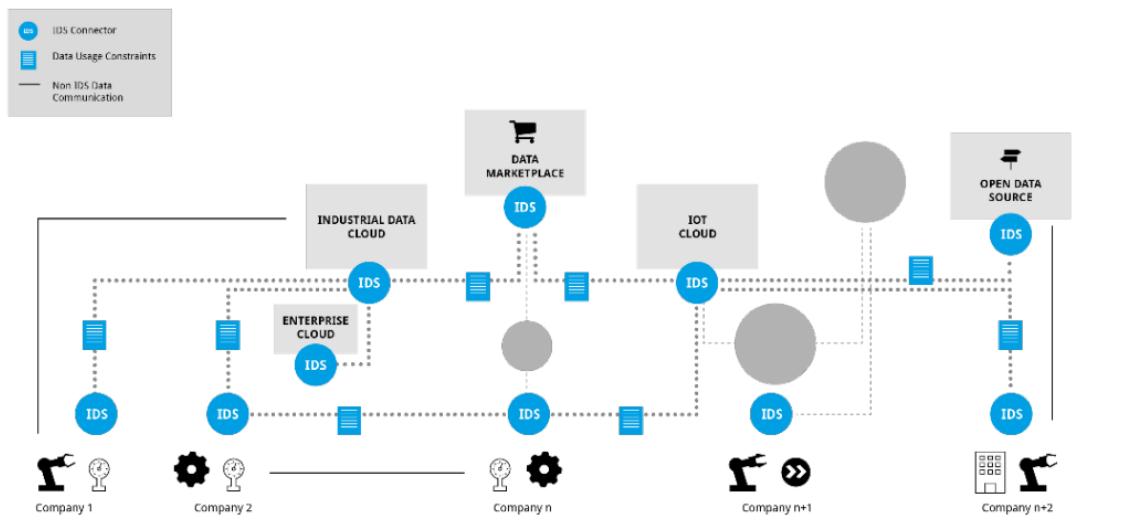
¹¹¹ Vgl. Giussani & Steinbuss (2024).

¹¹² Vgl. International Data Spaces Association (2022).

¹¹³ Vgl. Gaia-X Hub Austria (2023).

¹¹⁴ Vgl. Giussani & Steinbuss (2024), S. 7.

Abbildung 2-1: Einsatzbereiche von Konnektoren im Datenraum nach IDSA (2024)



Quelle: Abbildung 1 des IDSA Data Connector Report (2024).¹¹⁵

Um den Überblick über die Vielfalt der Konnektoren zu ermöglichen, veröffentlicht die IDSA regelmäßig Übersichten verfügbarer Konnektoren und ihrer jeweiligen Implementierungsformen. Bislang wurden insgesamt 38 Konnektoren systematisch hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Funktionen untersucht, angelehnt an die Taxonomie von Gieß et al. (2024).¹¹⁶ Für KMU ist die Wahl eines geeigneten Konnektors entscheidend, um mit möglichst geringem Aufwand Interoperabilität mit Partnern herzustellen und gleichzeitig eigene Anforderungen an Datensouveränität und IT-Sicherheit zu erfüllen.

Identity Provider

Identity Providers stellen die sichere und zuverlässige Identifikation sowie Authentifizierung der beteiligten Akteure und Systeme sicher. Dabei übernimmt er die Verwaltung von digitalen Identitäten, stellt Nachweise über die Identität aus und ermöglicht eine kontrollierte Vergabe von Zugriffsrechten. Grundlage für die Authentifizierung bildet ein sog. X.509v3-Zertifikat, das einem Konnektor zugeordnet ist.¹¹⁷ Dieses Zertifikat ermöglicht es dem Konnektor, sich gegenüber anderen Teilnehmern im Datenraum eindeutig auszuweisen. Dabei werden die Identitätszertifikate strikt von sicherheitsrelevanten oder personenbezogenen Attributen getrennt. Das Zertifikat bestätigt lediglich die Identität des Konnektors bzw. der Organisation, ohne dabei vertrauliche Daten offenzulegen.¹¹⁸

Neben der statischen Identifikation über Zertifikate kommt im dynamischen Betrieb ein sogenannter **Dynamischer Attributbereitstellungsdiens**t (**Dynamic Attribute**)

¹¹⁵ Vgl. ebd.

¹¹⁶ Vgl. Gieß et al. (2024).

¹¹⁷ Vgl. https://www.dataspaces.fraunhofer.de/en/software/identity_provider.html, letzter Zugriff am 23.05.2025.

¹¹⁸ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.5.1.

Provisioning Service, DAPS) zum Einsatz. Dieser Dienst, selbst kein Konnektor, stellt sogenannte Dynamic Attribute Tokens (DAT) aus, die auf dem OAuth2-Standard basieren.¹¹⁹ Diese Zugriffstoken ermöglichen es, genau zu prüfen, ob ein anfragender Konnektor berechtigt ist, auf bestimmte Daten oder Dienste zuzugreifen, abhängig von seinen Eigenschaften und der jeweiligen Situation. Die Autorisierung erfolgt dabei nicht pauschal *Erlaubt/Abgelehnt*, sondern auf Basis zusätzlicher Merkmale, wie etwa der Rolle oder der Sicherheitsstufe des Konnektors. So kann beispielsweise ein Zugriff verweigert werden, wenn der Konnektor nicht als „Trusted Partner“ eingestuft ist oder keine Vertraulichkeitsvereinbarung (NDA) vorliegt. Bei jeder Kommunikationsaufnahme tauschen die beteiligten Konnektoren ihre Tokens aus und gleichen diese mit dem jeweiligen Transport Layer Security Zertifikat ab.¹²⁰ Die Tokens sind nur für einen kurzen Zeitraum gültig und müssen regelmäßig erneuert werden, was eine zusätzliche Sicherheit gegen Missbrauch bietet.

Technisch wird der Identity Provider durch Komponenten wie DAPS und den **Participant Information Service (ParIS)** realisiert. ParIS verwaltet geschäftsbezogene Informationen der Teilnehmenden, insbesondere deren Selbstbeschreibungen (Self Description, SD). Diese werden durch die Teilnehmenden beim Onboarding bereitgestellt und durch die zuständige Datenraumträgerschaft überprüft.¹²¹ Änderungen können durch die Teilnehmenden oder durch den Identity Provider vorgenommen werden, wobei letztere Instanz auch Schutzmaßnahmen gegen fehlerhafte oder nicht validierte Änderungen umsetzen kann.

Abzugrenzen vom operativen Identity Provider sind die sogenannten Zertifizierungsstellen (Certification Authorities, CA), die vor allem der Governance-Schicht des Datenraums zugeordnet werden.¹²² Die CA definieren die Regeln und Voraussetzungen für die Teilnahme am Datenraum und stellen sicher, dass nur vertrauenswürdige Organisationen mit zertifizierten Konnektoren teilnehmen. Zertifizierungsstellen signieren sogenannte gültige *Certificate Signing Requests*. Während der Identity Provider die operative Authentifizierung und Attributverwaltung übernimmt, schaffen die Zertifizierungsstellen die notwendige Vertrauensinfrastruktur.

Clearing House

Ein Clearing House übernimmt im Datenraum die Rolle eines vertrauenswürdigen Vermittlers zwischen Datenanbietern und -nutzern. Gemäß dem IDS-RAM 4.0 protokolliert

¹¹⁹ Das OAuth2-Standard ist ein weit verbreitetes Verfahren zur sicheren Autorisierung im Internet, das es ermöglicht, Zugriffsrechte kontrolliert und zeitlich begrenzt zu vergeben.

¹²⁰ Bei der Übertragung von Informationen über Kommunikationsnetze besteht das Risiko unbefugten Abhörens oder der Manipulation. Um Vertraulichkeit und Integrität zu gewährleisten, kann das Protokoll Transport Layer Security (TLS) eingesetzt werden. Ein TLS-Zertifikat bestätigt dabei die Identität des Kommunikationspartners und ist Voraussetzung für eine gesicherte, verschlüsselte Verbindung. Vgl. BSI (2023).

¹²¹ Onboarding beschreibt den Prozess zur Teilnahme eines Datenraums, bei dem die technische Implementierung sowie die Registrierung und Verifizierung der neuen Teilnehmenden stattfindet.

¹²² Mehr dazu: Siehe Datenraumträgerschaft im Unterkapitel *Die Akteure*.

es sämtliche Datenaustauschvorgänge, unterstützt bei der Vertragsabwicklung, stellt Abrechnungsgrundlagen bereit und ermöglicht die spätere Überprüfung von Transaktionen im Streitfall.¹²³ Damit bildet es eine entscheidende Instanz für Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Vertrauen in einem zunehmend automatisierten und dezentralen Datenökosystem.

Konkret protokolliert das Clearing House alle Aktivitäten rund um den Datenaustausch, idealerweise mithilfe fälschungssicherer Technologien.¹²⁴ Diese Protokolle können für Abrechnungszwecke oder zur Klärung von Konflikten herangezogen werden, z. B. bei nicht gelieferter oder fehlerhafter Datenübertragung. Zusätzlich können Vertragsvereinbarungen digital signiert und verifiziert werden. Das Clearing House überprüft die digitalen Unterschriften beider Seiten und kann die Transaktion selbst signieren, wodurch ein hohes Maß an rechtlicher Absicherung entsteht. Clearingstellen übernehmen dabei nicht nur technische Funktionen, sondern auch organisatorische Aufgaben. Sie fungieren als neutrale Vermittler im Datenraum, bündeln Clearing- und Abrechnungsdienste und können mit weiteren Vermittlerrollen wie Identitätsprüfstellen kombiniert werden.

Ein praxisnahes Modell liefert das Konzept der Gaia-X Digital Clearing Houses. Sie kombinieren grundlegende, häufig kostenfreie Dienste mit entgeltpflichtigen Zusatzeistungen. Durch diese Kombination entstehen skalierbare Geschäftsmodelle, die auf unterschiedliche Bedürfnisse von Nutzergruppen eingehen und langfristig tragfähige Infrastrukturen im Datenraum ermöglichen.¹²⁵

Metadaten-Broker (Katalog über Dienste)

Ein Metadaten-Broker lässt sich anschaulich als digitales Telefonbuch im Datenraum verstehen: Er ermöglicht es Akteuren im Datenraum, ihre zur Verfügung stehenden Daten zu registrieren und auffindbar zu machen (über „Selbstbeschreibungen“).¹²⁶ Dadurch können andere Akteure gezielt nach verfügbaren Daten suchen.

Gemäß des IDS-RAM 4.0 ist der Metadaten-Broker eine spezielle Form eines IDS-Konnektors. Er muss daher über eine gültige Identität, eine vollständige Selbstbeschreibung und ein DAT verfügen. Seine Hauptaufgabe liegt in der dauerhaften Speicherung sowie in der effizienten Bereitstellung und Abfrage von Selbstbeschreibungen. Diese enthalten Informationen über angebotene Schnittstellen, Metadaten zu den Daten selbst sowie Angaben zum Anbieter oder Betreiber der jeweiligen Komponente. Als Bestandteil der Datenraum-Architektur ist der Einsatz eines Metadaten-Brokers optional. Es können

¹²³ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.5.5.

¹²⁴ Technologien wie Distributed-Ledger-Technologien (DLT) bezeichnen Verfahren zur verteilten Datenhaltung in einem Peer-to-Peer-Netzwerk, bei dem alle teilnehmenden Knoten durch ein Konsensverfahren über Datenaktualisierungen entscheiden. Die Daten können z. B. Kontostände, Herkunfts-nachweise oder Zustände von Smart Contracts betreffen. Eine zentrale Steuerung oder Speicherung erfolgt dabei nicht. Vgl. BSI (2019).

¹²⁵ Vgl. Sprenger (2024).

¹²⁶ Selbstbeschreibungen sind Informationen, unter anderem dem Konnektor und deren Betreiber, angebotene Schnittstellen und Metadaten, der dort angebotenen Daten. Vgl. International Data Spaces Association (2023).

keine, eine oder mehrere Instanzen existieren, ohne dass eine zentrale Synchronisation erforderlich ist. Funktional umfasst der Metadaten-Broker die Registrierung, Veröffentlichung, Pflege und Abfrage von Selbstbeschreibungen. Damit wird er zu einem bedeutenden Infrastrukturaubastein, der Transparenz schafft und die Vernetzung zwischen Akteuren im Datenraum erleichtert.¹²⁷

Vocabulary Provider

Der Vocabulary Hub unterstützt in der Systemschicht des IDS-RAM 4.0 die semantische Interoperabilität in Datenräumen, sodass alle beteiligten Akteure dieselbe Sprache sprechen. Seine Aufgabe besteht darin, Vokabulare zu hosten, zu pflegen und bereitzustellen.¹²⁸ Diese Vokabulare bestehen aus formalen Begriffssystemen wie Ontologien und semantischen Thesauri, die maschinenlesbare Beschreibungen ermöglichen.¹²⁹ Durch diese strukturierte Sammlung von Begriffen und Definitionen lassen sich Daten, Dienste, Verträge oder andere Inhalte eindeutig beschreiben und interpretieren. Für die maschinenlesbare Form wird im IDS-RAM 4.0 ein *Ressource Description Framework* (RDF) genutzt.¹³⁰ Das RDF ist eine einfache Struktur, mit der Begriffe & Bedeutungen so beschrieben werden, dass Computer sie verarbeiten und interpretieren können. Das IDS Informationsmodell ist das gemeinsame Grundvokabular, welches die wichtigsten Begriffe enthält. Zusätzliches Vokabular kann für spezifische Themen ergänzt werden (z. B. Mobilität, Gesundheit, Energie).¹³¹

In der Praxis nutzen Akteure im Datenraum den Vocabulary Hub, um bei Bedarf Begriffe nachzuschlagen, die ihnen noch nicht bekannt sind. Wenn ein Konnektor in einer Datenbeschreibung auf einen neuen oder unbekannten Begriff stößt, kann er dessen Kennung beim Vocabulary Hub dereferenzieren, d. h. gezielt abfragen. Der Hub liefert eine kurze maschinenlesbare Beschreibung zurück, beispielsweise den Typ des Begriffs, eine Bezeichnung in mehreren Sprachen und eine kurze Erklärung. Diese Informationen lassen sich direkt in die eigenen Systeme integrieren. Auch ganze Vokabulare können bei Bedarf heruntergeladen und lokal (im Konnektor) gespeichert werden, um wiederholte Anfragen zu vermeiden und die Nutzung zu vereinfachen.¹³² In aktuellen Projekten wie UNDERPIN wird gezeigt, wie sich durch die erweiterte Nutzung des Vocabulary Hubs semantische Interoperabilität zwischen nicht standardisierten technischen Datenquellen erreichen lässt.¹³³

¹²⁷ Vgl. International Data Spaces Association (2022).

¹²⁸ Vgl. ebd., Kapitel 3.5.6.

¹²⁹ Unter Ontologien versteht man Beziehungen zwischen Konzepten (z. B. zwischen Maschine, Sensor und Messwert), wodurch eine automatisierte Schlussfolgerung möglich ist. Sematische Thesauri können als Teil von Ontologien verstanden werden, fokussieren sich hingegen auf verknüpfen Begriffe mit ähnlicher Bedeutung (z. B. Temperaturfühler und Sensor), mit dem Ziel, dass unterschiedliche Systeme sich verständigen können. Vgl. Hesse (2005) und Leser (o. J.).

¹³⁰ Vgl. International Data Spaces Association (2022).

¹³¹ Vgl. ebd., Kapitel 3.5.6.

¹³² Vgl. ebd., Kapitel 3.5.6.

¹³³ Vgl. David et al. (2024).

App Store und App Ökosystem

Ein wichtiger Bestandteil der Wertschöpfung in Datenräumen ist das App Ökosystem, dass aus datenbasierten Services besteht. Diese Services werden als eigenständige Anwendung bereitgestellt, die jeweils bestimmte Funktionen erfüllen. Es wird zwischen Data Apps, die Daten analysieren, Adapter Apps, die Daten zwischen den internen Systemen im Unternehmen übertragbar machen und Control Apps zur Prozesssteuerung unterschieden.¹³⁴ Die modularen Anwendungen lassen sich über den Konnektor in die unternehmensinterne IT integrieren.

Datenbasierte Services finden sich in diesem Kontext in einem App Store innerhalb eines Datenraums. Im Gegensatz zu klassischen App Stores wie dem Google Play Store oder Apple Store dienen diese Plattformen nicht dem Vertrieb allgemeiner Software, sondern der gezielten Bereitstellung von Datenanwendungen, die innerhalb eines spezifischen Datenökosystems operieren. Dabei liegt der Fokus auf Anwendungen, die Daten analysieren, transformieren oder speichern unter Berücksichtigung zentraler Prinzipien wie Datenschutz, Datenhoheit und Interoperabilität.¹³⁵ Ein solcher App Store verbindet die Entwickler datenbasierter Dienste sowohl mit den Datenanbietern als auch den Datennutzern. Die Funktionen umfassen unter anderem die Bereitstellung und Veröffentlichung von Daten-Apps durch Organisationen oder Entwickler, die Auffindbarkeit und Kategorisierung dieser Apps für Nutzer sowie deren technische Integration in bestehende Konnektoren. Darüber hinaus ermöglichen App Stores die Verwaltung von Metadaten der Apps, der Nutzungsrichtlinien und Zertifizierungen, was zur Vertrauensbildung und zur Absicherung des Datenraums beiträgt.¹³⁶

Durch diese Struktur fördern App Stores in Datenräumen nicht nur die Wiederverwendbarkeit und Modularität von Anwendungen, sondern auch die technische und semantische Interoperabilität zwischen verschiedenen Akteuren. Die in einem Datenraum verfügbaren Apps lassen sich typologisch unterscheiden.¹³⁷

- Systemadapter ermöglichen die Anbindung an interne IT-Systeme und sorgen für die Konvertierung von Datenformaten
- intelligente Daten-Apps übernehmen komplexe Verarbeitungs- und Transformationsaufgaben
- spezialisierte Anwendungen unterstützen konkrete Nutzungsfälle auf Seiten der Datenanbieter oder -konsumenten unter Berücksichtigung vertraglich oder technisch definierter Nutzungsbedingungen.

¹³⁴ Vgl. International Data Spaces Association (2022), Kapitel 3.5.3.

¹³⁵ Vgl. <https://www.dataspaces.fraunhofer.de/en/software/appstore.html>, letzter Zugriff am 17.04.25.

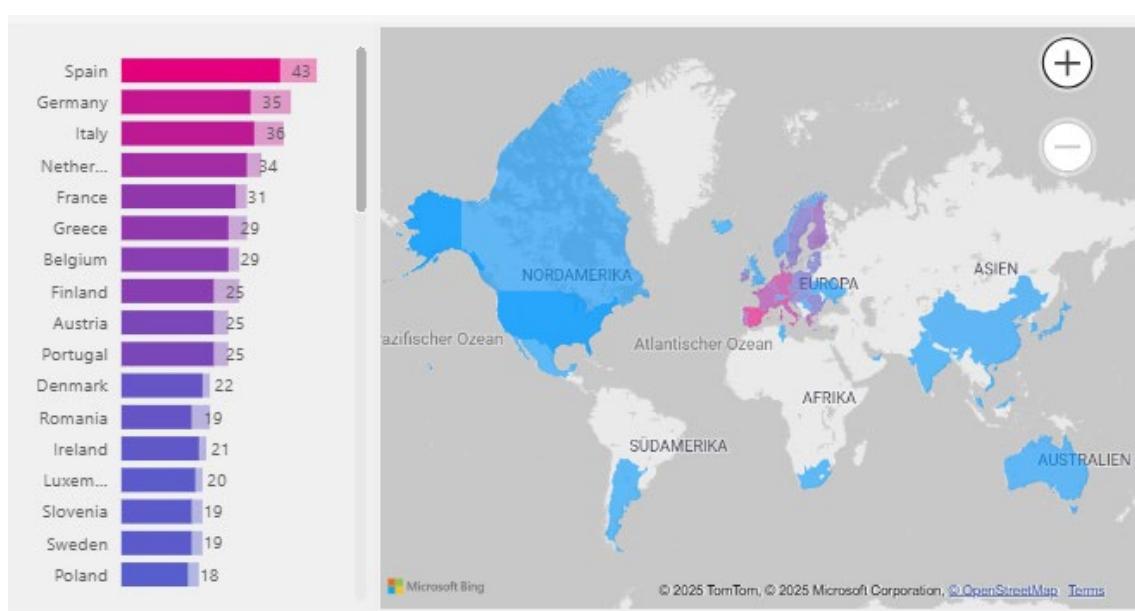
¹³⁶ Vgl. ebd.

¹³⁷ Vgl. ebd.

Anhang 2: Überblick über Initiativen zur Förderung von Datenräumen

Das Data Space Radar zeigt, dass es weltweit eine Vielzahl an Datenräumen in unterschiedlichen Entwicklungsstufen und thematischen sowie sektoralen Schwerpunkten gibt. Die internationale Entwicklung unterstreicht die strategische Bedeutung von Datenräumen, wobei sich Europa mit insgesamt 151 Datenräumen und konkreten Referenzarchitekturen (wie dem IDS-RAM 4.0) als Vorreiter positioniert (siehe Abbildung 2-5).

Abbildung 2-1: Anzahl an Datenräume weltweit



Quelle: © Data Spaces Radar der International Data Space Association (2021–2024).¹³⁸

Das Data Space Support Centre (DSSC) ist seit dem Jahr 2022 eine von der Europäischen Kommission geförderte Initiative und wird unter dem Digital Europe Programm durchgeführt. Sie richtet sich an alle Unternehmen und dem öffentlichen Sektor, die einen souveränen Datenraum aufbauen möchten. Ziel des DSSC ist es, zur Schaffung gemeinsamer Datenräume beizutragen, die zusammen ein souveränes, interoperables und vertrauenswürdiges Umfeld für den Datenaustausch schaffen. Die Datenräume sollen das Datenteilen innerhalb und außerhalb von Sektoren ermöglichen, die Werte der EU respektieren und die europäische Wirtschaft und Gesellschaft stärken. Um dies zu erreichen, analysiert das DSSC die Bedürfnisse bestehender und geplanter Datenraum-Initiativen, definiert gemeinsame Anforderungen und erarbeitet Praxisbeispiele.¹³⁹

¹³⁸ Screenshot vom 25.09.2025 des Data Spaces Radar:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjEwZTg1Y2QtND-kxNS00ODA1LTgyYzAtMzkzOTQ0ZmUzMWUzliwidC6lmIzNDZkNjM0LWFjZmltNDJjNy1iZDQ0LWYXNTU3ZWU4OWIxYiJ&pageName=ReportSectionId652f7271af77096228a>.

¹³⁹ Vgl. DSSC (2025a).

Die **Data Space Business Alliance (DSBA)** ist ein Konsortium bestehend aus den vier Initiativen Big Data Value Association, Gaia-X, IDSA und FIWARE. Sie sind zusätzlich zu ihrer Allianz auch alle Konsortialpartner bei dem DSSC.¹⁴⁰ Mit ihrem branchenübergreifenden Fachwissen, ihren Ressourcen und ihrem Know-how fördert die Allianz die Sensibilisierung, die Verbreitung von Technologien, die Gestaltung von Normen und die branchenübergreifende Integration.¹⁴¹

Die **International Data Space Association (IDSA)** ist eine globale non-profit Organisation mit 183 Mitgliedern aus 31 Ländern.¹⁴² Sie hat das Ziel, dass Organisationen die Kontrolle über ihre Daten sichern und gleichzeitig Innovationen durch neue Geschäftsmodelle möglich sind. Hierfür engagieren sich unter anderem mit einem Referenzarchitekturmodell (IDS-RAM 4.0), der Normung und der Entwicklung von Open-Source Software.

Die **FIWARE Stiftung** treibt die Definition und die Open-Source-Implementierung wichtiger offener Standards voran, die die Entwicklung portabler und interoperabler intelligenter Lösungen auf schnellere, einfachere und erschwinglichere Weise ermöglichen, wobei Hersteller-Lock-in-Szenarien vermieden werden und FIWARE als nachhaltiges und innovationsgetriebenes Business-Ökosystem gefördert wird.¹⁴³

Mit mehr als 230 Mitgliedern in ganz Europa konzentriert sich die **Big Data Value Association (BDVA)** auf die Förderung der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft durch den Einsatz von Daten und Künstlicher Intelligenz. Sie arbeitet unter anderem an der Weiterentwicklung von Big-Data- und KI-Technologien, an Datenplattformen und -räumen, industrieller KI, datengetriebener Wertschöpfung sowie an Fragen der Standardisierung und der Aus- und Weiterbildung.¹⁴⁴

Gaia-X etablierte sich als frühe Initiative mit dem Ziel, eine „sichere und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur für Europa“ aufzubauen.¹⁴⁵ Aktuell entstehen in 14 Sektoren gemeinsame europäische Datenräume, die vertrauenswürdige und sichere Daten aus der

¹⁴⁰ Vgl. ebd.

¹⁴¹ Vgl. Date Space Support Centre (2022b), S. 14.

¹⁴² Vgl. International Data Spaces Association (o. J. c), Stand 27.05.2025.

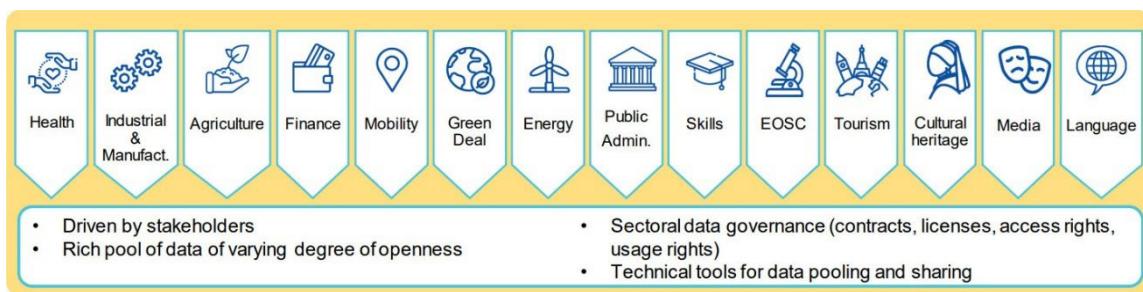
¹⁴³ Vgl. FIWARE Foundation (o. J.).

¹⁴⁴ Vgl. Date Space Support Centre (2022), S. 14.

¹⁴⁵ Vgl. BMWK (2019).

gesamten EU nutzen, um datengestützte Innovationen zu fördern (siehe Abbildung 2-6).¹⁴⁶

Abbildung 2-2: Geförderte Datenräume der Europäischen Kommission



Quelle: Europäische Kommission, [Das Dataspace-Ökosystem](#).

Während EU-Initiativen wie Gaia-X seit 2019 übergreifende Infrastrukturstandards setzen, entstanden ab dem Jahr 2021 branchenspezifische Lösungen wie Catena-X für die Automobilindustrie. Mit Manufacturing-X folgte 2023 eine Skalierungsinitiative für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland. Diese Projekte bilden ein Teil eines mehrstufigen Ökosystems, das Datensouveränität mit praxisnahen Anwendungen verbindet.

Das 2021 initiierte **Catena-X**-Konsortium nutzte die entwickelten Gaia-X-Standards, um den ersten branchenspezifischen Datenraum für die Automobilindustrie zu schaffen. Mit 186 Mitgliedern (Stand 31.07.2024) entwickelte es Use Cases wie die Batteriezellrückverfolgung und KI-gestützte Lieferkettenoptimierung. Der Fokus liegt auf der Integration von OEMs und Zulieferer durch standardisierte Schnittstellen, wobei das Open-Source-Framework Tractus-X entstand.¹⁴⁷ Catena-X demonstrierte als Gaia-X-Leuchtturmprojekt, wie europäische Infrastrukturvorgaben in konkreten Industrieanwendungen umgesetzt werden können.¹⁴⁸ Als relativ neue Initiative startete **Manufacturing-X** im Jahr 2023 in Deutschland mit dem Ziel, Datenraumkonzepte branchenübergreifend auf die Industrie auszuweiten.¹⁴⁹ Es entstehen durch die geförderten Projekte zahlreiche neue Datenräume für den Datenaustausch in verschiedenen Branchen und Wertschöpfungsketten. Allein das geförderte Projekt Factory-X umfasst die Entwicklung von 11 Datenräumen, darunter für Logistik, modulare Produktion sowie Energieverbrauch und Lastenmanagement.¹⁵⁰ Das Projekt Robot-X befasst sich mit der Schaffung eines vernetzten Datenraums zum harmonisierten Austausch digitaler Zwillinge robotischer Komponenten, um eine daten- und modellbasierte Systementwicklung durch KI zu ermöglichen.¹⁵¹

¹⁴⁶ Vgl. <https://gaia-x.eu/>, letzter Zugriff am 12.03.2025.

¹⁴⁷ Vgl. [Catena-X Konsortium: Abschluss einer Erfolgsgeschichte und Aufbruch in eine neue Ära | Catena-X](#), Letzter Zugriff am 11.03.2025.

¹⁴⁸ Vgl. [Catena-X ist stolz darauf, das erste Gaia-X Leuchtturmprojekt in der Industrie zu sein | Catena-X](#), Letzter Zugriff am 11.03.2025.

¹⁴⁹ Vgl. Kuther (2023).

¹⁵⁰ Vgl. <https://factory-x.org/de/projekte/>, letzter Zugriff am 11.03.2025.

¹⁵¹ Vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/Manufacturing-x/Module/projekt-robot-x.html>, letzter Zugriff am 11.03.2025.

Die Landschaft der Organisationen im Bereich Datenräume ist heterogen und von unterschiedlichen Zielsetzungen geprägt. Einige Akteure konzentrieren sich auf die Schaffung von Rahmenbedingungen und Governance-Strukturen, während andere den Schwerpunkt auf technische Standards und operative Lösungen legen. Die folgende Tabelle 2-2 zeigt einen Einordnungsversuch ausgewählter Organisationen entlang der Dimensionen strategisch vs. technisch sowie Infrastruktur/Architektur vs. Anwendung/Wertschöpfung.

Tabelle 2-1: Einordnungsversuch der Organisationen

	Strategisch/Governance	Technisch/Operativ
Infrastruktur/Architektur	Gaia-X: Vertrauensrahmen, föderiertes Governance-Modell	IDSA: Referenzarchitektur, IDS-Konnektor, Data Sharing Mechanismen
Anwendung/ Wertschöpfung	BDVA: Innovation, Forschung, Datenpolitik, Big Data & KI	FIWARE: Open-Source-Komponenten, Smart Solutions, Interoperabilität

Quelle: Eigene Darstellung.

Da die Zahl an nationalen und internationalen Datenräumen stetig wächst, kann nur ein Ausschnitt dargestellt werden. Für einen umfassenden Überblick eignen sich Quellen wie der Data Space Radar des DSSC, von der Europäischen Union geförderte Datenräume aus 14 Domänen und eine Übersicht der Bitkom über Initiativen in Deutschland und Europa aus dem Jahr 2024.¹⁵²

¹⁵² Data Space Support Centre, *Data Space Radar – Interaktive Übersicht über Datenräume*, abrufbar unter:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjEwZTg1Y2QtND-kxNS00ODA1LTgyYzAtMzkzOTQ0ZmUzMWUzliwidCI6ImlzNDZkNjM0LWFjZmltNDJjNy1iZDQ0LWYxNTU3ZWU4OWIxYj9&pageName=ReportSectionId652f7271af77096228a>, letzter Zugriff am 29.09.2025; Europäische Kommission, *EU-geförderte Datenräume*, abrufbar unter: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-spaces>, letzter Zugriff am 29.09.2025; Bitkom e. V., *Data Economy Landscape*, abrufbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2024-03/240325bitkomdataeconomylandscape.pdf>, letzter Zugriff am 29.09.2025.

ISSN 1865-8997