

IMPULSPAPIER



Der Weg zum digitalen Champion

Durch digitale Transformation zur Datenökonomie

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwk.de

Redaktionelle Verantwortung

Plattform Industrie 4.0
Bülowstraße 78
10783 Berlin

Stand

Februar 2024

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

AdobeStock
Ar_TH / S. 23
envfx / S. 43
ipopba / S. 12
Keitma / S. 34
panuwat / S. 4

iStock
arthobbit / S. 7
gorodenkoff / Titel

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.



Ziel der Publikation

Konkrete Orientierung geben, wie das Zielbild einer digitalisierten Produktion in 2030 mit Hilfe des „CCM Dreierfraktals“ und des kürzlich eingeführten „Data Exchange Frameworks“ erreicht werden kann.

Arbeitshypothese der Projektgruppe CCM der Plattform Industrie 4.0

„Das multilaterale Teilen von Daten potenziert die Möglichkeiten für datenbasierte B2B-Geschäftsmodelle und die Schaffung von Mehrwerten für alle Beteiligten.“

Inhalt

Kapitel 1: Zielbild einer digitalisierten Produktion im Jahr 2030	4
Kapitel 2: Datenaustausch – Wo stehen wir heute?	7
Kapitel 3: Herausforderungen bei der unternehmensinternen Umsetzung des Zielbilds	12
3.1 Gestaltungsebenen (Layers) vom Business zum Asset	12
3.1.1 Die Gestaltungsebenen hinabsteigen, beginnend bei den Businessstrategien	13
3.1.2 Die Gestaltungsebenen hinaufsteigen, beginnend bei den Assets	15
3.2 Das Produktionsmittel der Zukunft – physisch vs. virtuell	17
3.3 Die Logistik der Zukunft – physisch vs. virtuell	18
3.3.1 Die Grundvoraussetzung: eindeutige Seriennummern	18
3.3.2 Hardware- und Software-Enablement in der gesamten Supply Chain	18
3.4 Anschlussfähigkeit (Lösungsansatz)	19
3.4.1 Lösungsansatz: Data-Mesh-Ansatz für den Aufbau einer datenzentrischen Architektur	20
Kapitel 4: Eckpfeiler eines Datenraums Manufacturing-X	23
4.1 Vier verflochtene Dimensionen (3 + 1)	23
4.2 Einflussnahme der vier Dimensionen auf die Gestaltungsebenen	24
4.2.1 Ökonomisch motiviertes Datenteilen („we want“)	25
4.2.2 Technisch motiviertes Datenteilen („we can“)	25
4.2.3 Regulatorisches Datenteilen („we must“)	26
4.2.4 Altruistisches Datenteilen („we should“)	26

4.3	Beispielhafte Gestaltungsherausforderungen anhand der vier Dimensionen (z. B. Manufacturing-X)	27
4.3.1	Ökonomische Dimension (Motivation)	27
4.3.2	Rechtliche Dimension (Compliance)	28
4.3.3	Technische Dimension (Zuverlässigkeit)	29
4.3.4	Soziokulturelle Dimension (Faktor Mensch)	30
4.4	Anschlussfähigkeit Datenraum (Lösungsansätze)	32
4.4.1	Lösungsansatz: Zusammenarbeit über einen Federator	32
4.4.2	Lösungsansatz: Komplexitätsreduktion am Beispiel eines Datenvermittlers	33
Kapitel 5: Kollaboratives Datenteilen als Erfolgsfaktor		34
5.1	Minimum Viable Collaboration	34
5.1.1	Das Canvas-strukturierte MVC-Design	35
5.1.2	Der MVC-Ansatz im Kontext des RAMI-Modells	36
5.1.3	Zusammengefasst	37
5.2	Exemplarische Minimum Viable Collaborations	38
5.2.1	MVC-Ersatzteilemanagement	38
5.2.2	MVC – Collaborative Condition Monitoring – Geschäftsmodell Lösungsanbieter	39
5.2.3	AdaProQ	40
Kapitel 6: Fazit – der Weg zum digitalen Champion		43
Autorinnen und Autoren		45

Abbildungen

Abbildung 1: Exemplarische Darstellung des Zusammenhangs realer Ebenen und Datenebene in Form eines Wimmelbildes	6
Abbildung 2: Beispielhafter Informationsaustausch in einer Tier-Kette	8
Abbildung 3: Beispielhafte Abfragekaskade für CO ₂ -Footprint	9
Abbildung 4: Beispielhafte Komplexität in der Abfragekaskade für den PCF-Wert	10
Abbildung 5: RAMI 4.0 Referenzarchitektur	12
Abbildung 6: RAMI-Journey, die Gestaltungsebenen hinabsteigend	14
Abbildung 7: RAMI-Journey, die Gestaltungsebenen hinaufsteigend	15
Abbildung 8: Y-Weiche – Anwendungsspezifische Aggregation der Datenströme	16
Abbildung 9: Physische und virtuelle Welt	17
Abbildung 10: Physische und virtuelle Ebene bei Logistik	19
Abbildung 11: Architekturvision Data Mesh mittels datenzentrierter Architektur	21
Abbildung 12: Data Exchange Framework mit soziokultureller Dimension als Fundament	23
Abbildung 13: Einfluss der vier Dimensionen auf alle Gestaltungsebenen	24
Abbildung 14: Ausgangsmotivation als Treiber für Datenteilungsmodelle	25
Abbildung 15: Ökonomisch motiviertes Datenteilen	25
Abbildung 16: Technisch motiviertes Datenteilen	26
Abbildung 17: Rechtlich motiviertes Datenteilen	26
Abbildung 18: Altruistisch motiviertes Datenteilen	26
Abbildung 19: Zusammenarbeit in einem Datenraum, unterstützt von einem Federator	32
Abbildung 20: Value Proposition Canvases für kollaboratives Datenteilen	35
Abbildung 21: Top-down-Strategie	36
Abbildung 22: Ersatzteilmanagement; heutiger Prozess	38
Abbildung 23: Ersatzteilmanagement; optimierter Prozess	39
Abbildung 24: Prozessketten in AdaProQ	41



Kapitel 1: Zielbild einer digitalisierten Produktion im Jahr 2030

Das Leitbild 2030 der Industrie 4.0¹ zielt darauf ab, wettbewerbsfähiger, widerstandsfähiger und nachhaltiger zu werden, um globalen Herausforderungen besser zu begegnen. Fokussiert wird auf drei Hauptbereiche: Souveränität, Interoperabilität und Nachhaltigkeit.

1. **Souveränität:** Dieser Aspekt betont die Freiheit aller Akteure auf dem Markt, einschließlich Unternehmen, Mitarbeitender, Wissenschaft und Einzelpersonen. Sie sollen in der Lage sein, selbstbestimmte und unabhängige Entscheidungen zu treffen und im fairen Wettbewerb innerhalb der Industrie 4.0-Ökosysteme zu agieren. Dies schließt die Gestaltung von Geschäftsmodellen und Kaufentscheidungen mit ein.
2. **Interoperabilität:** Die flexible Vernetzung verschiedener Akteure zu agilen Wertschöpfungsnetzen ist ein Schlüsselaspekt in der Industrie 4.0. Die Interoperabilität aller Beteiligten ist entscheidend, um komplexe, dezentral organisierte Strukturen zu ermöglichen. Eine hohe Interoperabilität erlaubt es, operative und prozessuale Vernetzung über Unternehmens- und Branchengrenzen hinweg zu gewährleisten. Dies unterstützt Hersteller und Kunden dabei, an digitalen Wertschöpfungsnetzen teilzunehmen und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.
3. **Nachhaltigkeit:** Wirtschaftliche, ökologische und soziale Nachhaltigkeit sind grundlegende Werte in der Industrie 4.0. Diese Aspekte werden in die Entwicklung und Umsetzung von Industrie 4.0-Technologien integriert, um erhebliche Fortschritte bei den Nachhaltigkeitsbemühungen zu erzielen. Die Stärkung der Nachhaltigkeit trägt dazu bei, den Wohlstand und die Lebensqualität aller Menschen zu verbessern.

1 Plattform Industrie 4.0 – Leitbild für Industrie 4.0 (plattform-i40.de)

Im Jahr 2030 ist die **Digitalisierung in der produzierenden Industrie** weit vorangeschritten, sie hat Wertschöpfung, unternehmerischen Erfolg und Arbeit transformiert. Wertschöpfungsketten sind zu flexiblen, agilen und weltweit vernetzten Wertschöpfungsnetzwerken geworden. Unternehmen sind aktive Teilnehmer von Datenökosystemen. Sie haben ihre Geschäftsbeziehungen und Geschäftsmodelle entlang der gesamten Wertschöpfungsnetzwerke zu multi-lateralen Kooperations- und Wettbewerbsmodellen (Kooptition²) weiterentwickelt.

Daten werden als Ressource verstanden, deren Nutzung Kernelemente digitaler Geschäftsmodelle sind. Sie entstehen kontinuierlich bei der Herstellung von Produkten, werden aber auch später über den gesamten Lebenszyklus hinweg durch die Produkte selbst erzeugt, und danach automatisiert verarbeitet und/oder gespeichert. Unter Wahrung der Souveränität der Akteure sorgt das für die gewünschte Transparenz in den Wertschöpfungsnetzwerken für Resilienz, Flexibilität und Nachhaltigkeit.

Produkt und Produktion sind verschmolzen und Digitale Zwillinge interagieren über den gesamten Produktlebenszyklus. Für die Strukturierung, die semantische Interoperabilität und den Zugriff auf die Inhalte des Digitalen Zwillings hat sich das Konzept der Asset Administration Shell (AAS)³ bewährt. Neuartige Methoden innerhalb der Produktentwicklung und -fertigung in der produzierenden Industrie tragen zur Beherrschung der Komplexität bei. Die Eigenschaften und Wandlungsfähigkeiten der Produktionsmittel werden maßgeblich durch Software bestimmt.

Risikobasierte Cybersicherheit ist im kompletten Lebenszyklus der physischen und digitalen Assets berücksichtigt und wird als Qualitätsmerkmal angesehen. Durch bedarfsgerechte Security Updates ist die Resilienz über den Lebenszyklus gewährleistet.

Die Unternehmenskulturen, die Denkweisen, Überzeugungen und Verhaltensmuster der Mitarbeitenden sind den geänderten Randbedingungen gefolgt und bilden das Rückgrat der produzierenden Industrie.

Getragen wird dies durch den Datenraum „Manufacturing-X“ für die Produktion, in dem Daten geschützt, gesteuert und sicher ausgetauscht werden können und ein nahtloser Austausch mit anderen Datenräumen ermöglicht wird.

Eine föderierte, dezentrale Infrastruktur, basierend auf Gaia-X-Prinzipien, gewährleistet Daten-Souveränität und einen gleichberechtigten Zugang zu Daten. Entwickelt und betrieben werden die Building Blocks in unternehmensübergreifenden Kooperationen. Die darauf basierenden Produkte und Services werden hingegen im Wettbewerb entwickelt und angeboten.

Das produzierende Gewerbe in Deutschland hat sich auf die neuen technologischen Herausforderungen erfolgreich eingestellt und die Unternehmen haben ihren Platz in der veränderten Markt- und Konkurrenzsituation gefunden. Sie haben ihren Weg zum jeweiligen digitalen Champion bewältigt. **Deutschland nimmt international eine führende Rolle in den Kernindustrien ein.**

Die Abbildung 1 (S. 6) illustriert exemplarisch ein Datenökosystem mit zwei Unternehmen, einem Maschinenlieferanten und einem Fabrikbetreiber, die mit einem Logistikprozess verbunden sind.

Rechts unten ist schematisch die Produktionsumgebung eines Fabrikbetreibers dargestellt. Unten mittig ist die Logistik angeschlossen und links unten findet sich schematisch die Produktionsumgebung eines Maschinenlieferanten. Jedes der physischen Assets, wie Roboter oder Flurförderfahrzeuge, verfügt über eine Asset Administration Shell⁴ (AAS), also den Digitalen Zwilling der Industrie 4.0. Dargestellt ist das durch die nächste Ebene oberhalb der physischen Produktionsumgebung des Fabrikbetreibers. Die jeweils entstehenden Daten der physischen Assets werden auf der Basis des jeweiligen, proprietären Protokolls an der unteren Schnittstelle der jeweiligen AAS entgegengenommen. Die Konsolidierung/Transformation der Daten in ein semantisch interoperables Datenformat findet in den jeweiligen AASen statt.

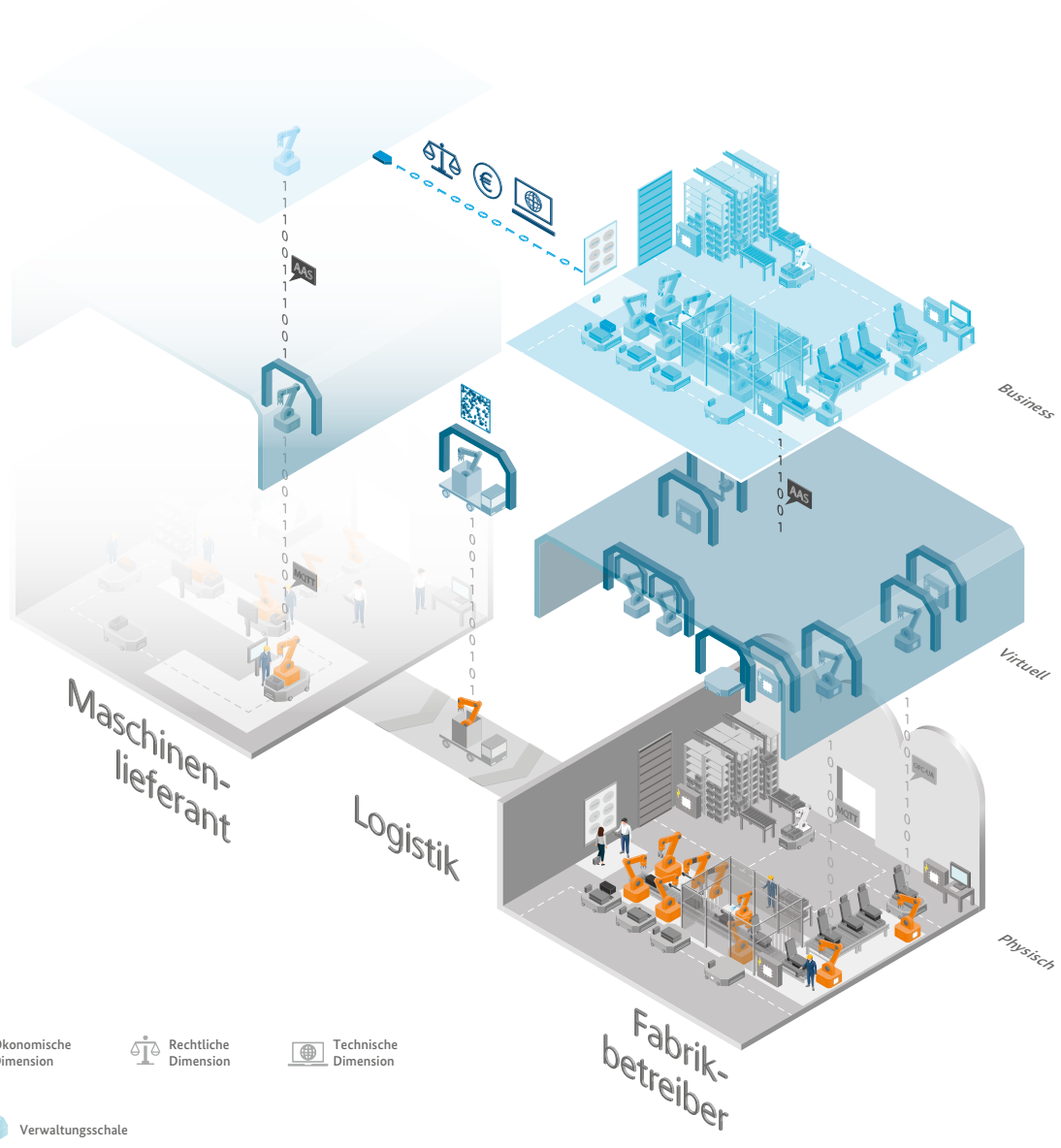
An der oberen Schnittstelle der jeweiligen AAS wird mit dem AAS-Protokoll in Richtung Business kommuniziert. Die Business-Ebene stellt die Schnittstelle zu benachbarten Teilnehmerinnen und Teilnehmern in dem Wertschöpfungsnetzwerk dar. Der Austausch von Information erfolgt auf der Basis von ökonomischen Kriterien, unter Berücksichtigung der legalen Anforderungen, und semantisch interoperablen Informationsmodellen.

2 [Kooptition – Wikipedia](#)

3 Plattform Industrie 4.0 – Was ist die Verwaltungsschale aus technischer Sicht? ([plattform-i40.de](#))

4 [AAS-ReadingGuide_202201.pdf \(plattform-i40.de\)](#)

Abbildung 1: Exemplarische Darstellung des Zusammenhangs realer Ebenen und Datenebene in Form eines Wimmelbildes



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0



Kapitel 2: Datenaustausch – Wo stehen wir heute?

Eines ist anhand des Zielbildes aus Kapitel 1 deutlich geworden: Der Weg zum digitalen Champion führt über die Nutzung und Beherrschung von Daten – im Unternehmen verstanden und gemanagt als Ressource. Somit stellen sich die gleichen Herausforderungen wie bei anderen Ressourcen, beispielsweise bei Energie und Rohstoffen: Beherrsche ich Beschaffung oder Bereitstellung, Produktion und Verarbeitung, Austausch, Einkauf, Verkauf, Handel, Qualitätssicherung und die nötigen Sicherheitsprozesse drum herum?

Bei der Ressource Daten stehen damit drei grundsätzliche Fähigkeiten im Zentrum:

1. Kann ich tatsächlich alle notwendigen Daten eines digitalen Champions erzeugen und bereitstellen?
2. Bin ich „anschlussfähig“ an externe Datenpartner, -plattformen, -infrastrukturen?
3. Bin ich bereit, multilateral Daten zu teilen, zu tauschen, zu handeln, statt wie bisher bilateral, und was ist dafür zu tun?

In der Industrie sind heute bilaterale Schnittstellen zwischen Partnerunternehmen und selbst unternehmensintern immer noch die Regel. Im besten Fall werden dazu APIs genutzt, oft ist es aber einfach ein Austausch von Dokumenten und Informationen per Mail oder über File-Transfer.

Dies trifft in der Industrie z.B. für den Austausch von Compliance-Dokumenten, Gefahrstoffhinweisen oder auch Bedarfen zu. Bezogen auf die Wertschöpfungskette (in der nachfolgenden Abbildung 2 als Tier-Kette⁵ dargestellt) erfolgt das sowohl als Upstream, also vom Lieferanten zum Kunden, als auch als Downstream, vom Kunden zum Lieferanten.

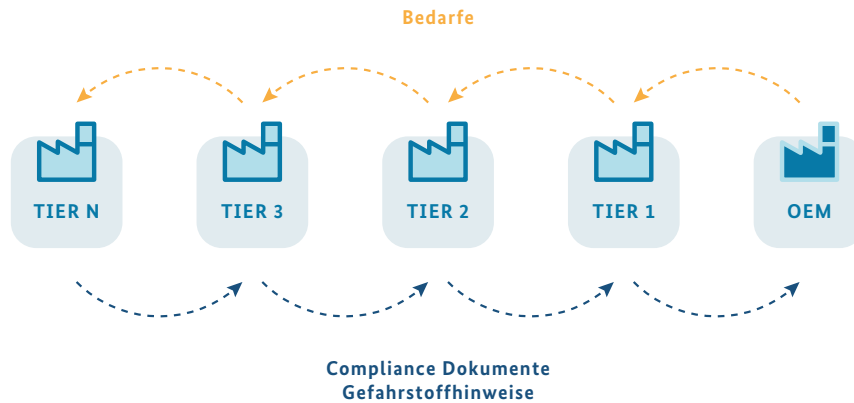
Im skizzierten Beispiel in Abbildung 2 (S. 7) werden die Bedarfe vom OEM über die Tier-Kette bis zum Rohstoffproduzenten (Tier n) gesendet. Jeder Lieferant meldet in der Folge seine Compliance-Dokumente und Gefahrguthinweise an seinen direkten Kunden zurück, der diese wieder passend zur Anfrage seines Kunden paketierte, umformatierte und weitersendet. Der Austausch erfolgt, soweit möglich, in maschinenlesbarer Form. Aber die Komplexität und Heterogenität bringt zu einem höheren Aufwand und Kosten, und zum anderen die Beschränkung von Zusammenarbeit im angestrebten Datenökosystem mit sich.

Aufwände und damit Kosten im unternehmensübergreifenden Datenaustausch entstehen lieferantenseitig bei der:

- Bereitstellung der Daten und Dokumente
- Formatierung der Daten und Dokumente in der von den Kunden gewünschten Form
- Bereitstellung bzw. dem Upload der Dokumente in die Portale der Kunden oder der Übermittlung per E-Mail

5 Zulieferpyramide – [Wikipedia](#)

Abbildung 2: Beispielhafter Informationsaustausch in einer Tier-Kette



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

- revisionssicheren Ablage der Übertragungen zu den unterschiedlichen Kunden
- Überprüfung der geteilten Informationen auf rechtliche Konformität (DSGVO⁶, Wettbewerbsrecht⁷ etc.)

Kundenseitig entstehen die Aufwände vor allem durch die:

- manuellen Überprüfungen und Rückfragen
- Korrelation der erhaltenen Informationen mit den eigenen vorliegenden Losgrößen beim Kunden

Dieses kundenindividuelle Vorgehen ist je nach Anzahl der zu bedienenden Kundenportale nicht nur zeit- und damit kostenaufwendig – sondern auch fehleranfällig (Einfluss auf die Datenqualität).

Auch innerhalb der Unternehmen (z. B. zwischen Entwicklung, Produktion, Sales und Aftersales oder Finanzen) führen die Punkt-zu-Punkt-Beziehungen zu einem erheblichen Erstellungs- und Pflegeaufwand der Schnittstellen und einer eingeschränkten Datenqualität.

Viele Daten stehen oft nicht zentral zur Verfügung, sondern verbleiben in der Quelle (z. B. Applikation oder Datenbank), ohne im weiteren Prozess genutzt zu werden bzw. genutzt werden zu können. Dort, wo sie genutzt werden, gibt es oft Einschränkungen, da keine einheitliche Beschreibung und Semantik vorliegen. So gibt es vielfach nur lokale Daten-

modelle, aber keine Informationsmodelle auf höherer Ebene, wie Domänen (Entwicklung, Produktion ...) oder Branchenebene (z. B. ACRIS Semantic Model⁸ im Flughafenbereich oder das SID-Model⁹ im Telekommunikationsbereich). Die Semantik, der Schutzbedarf der Daten und deren Aktualität und Vertrauenswürdigkeit sind oft nicht beschrieben oder nur lokal verfügbar. Eine unternehmensweite oder -übergreifende Sicht gibt es nicht. Damit stehen diese Daten nicht oder nur mit großem Aufwand zur weiteren Nutzung zur Verfügung.

Datenprodukte und die damit verbundene Bewirtschaftung der Daten (Lifecycle Management, Qualitätsmanagement, Verfügbarkeit etc.) sind nur punktuell verfügbar. Somit wird die Bereitstellung der Daten für den unternehmensübergreifenden Datenaustausch zusätzlich erschwert.

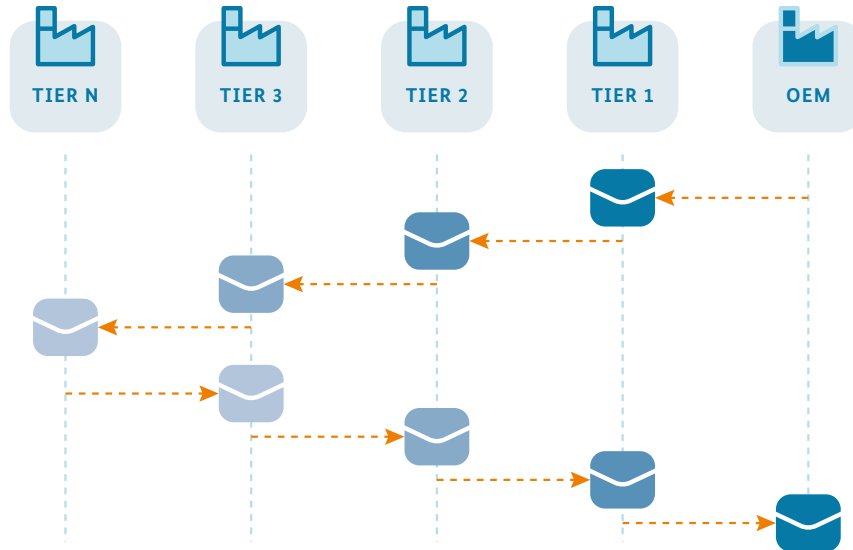
Sowohl im unternehmensinternen als auch im unternehmensübergreifenden Datenaustausch bringen die individuellen Punkt-zu-Punkt-Beziehungen zwischen Quellen und Senken eine signifikante Einschränkung bei der Wertschöpfung auf den Daten. Statt auf den Daten aufsetzen zu können, müssen in applikationszentrierten Unternehmensarchitekturen die Punkt-zu-Punkt-Beziehungen im Unternehmen aufwendig angepasst werden, um auch nur einfache Anfragen der externen Partner bedienen zu können. Im Austausch mit den Partnern müssen die Fragen vorab formuliert sein und eine neue Anfrage jeweils über Abgleichen der Informationsmodelle, der Austauschformate und Templates sowie der Austauschrhythmen vereinbart werden.

6 Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) – dejure.org

7 Wettbewerbsrecht (Deutschland) – [Wikipedia](https://de.wikipedia.org)

8 [ACRIS Semantic Model](https://www.acris.com)

9 [Shared Information & Data Model | Software-Wiki | Fandom](https://en.wikipedia.org/wiki/Shared_Information_&_Data_Model)

Abbildung 3: Beispielhafte Abfragekaskade für CO₂-Footprint**Anfrage Footprint:**

- Anforderung CO₂-Footprint einer Komponente im Format x
- Für die Komponenten Los A vom Zeitraum T1
- Wegen: Rechtlicher Auskunftsfähigkeit PCF

Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Hinzu kommt die zusätzliche Last auf die Datenquellen, die mit jeder zusätzlichen Schnittstelle steigt. Vielfach sind schon beim internen Datenaustausch 40 Prozent der Rechenleistung den Schnittstellen zuzuordnen. Bei einer weiteren Zunahme von anfragenden Punkt-zu-Punkt-Schnittstellen können schnell Grenzen der Skalierbarkeit erreicht werden.

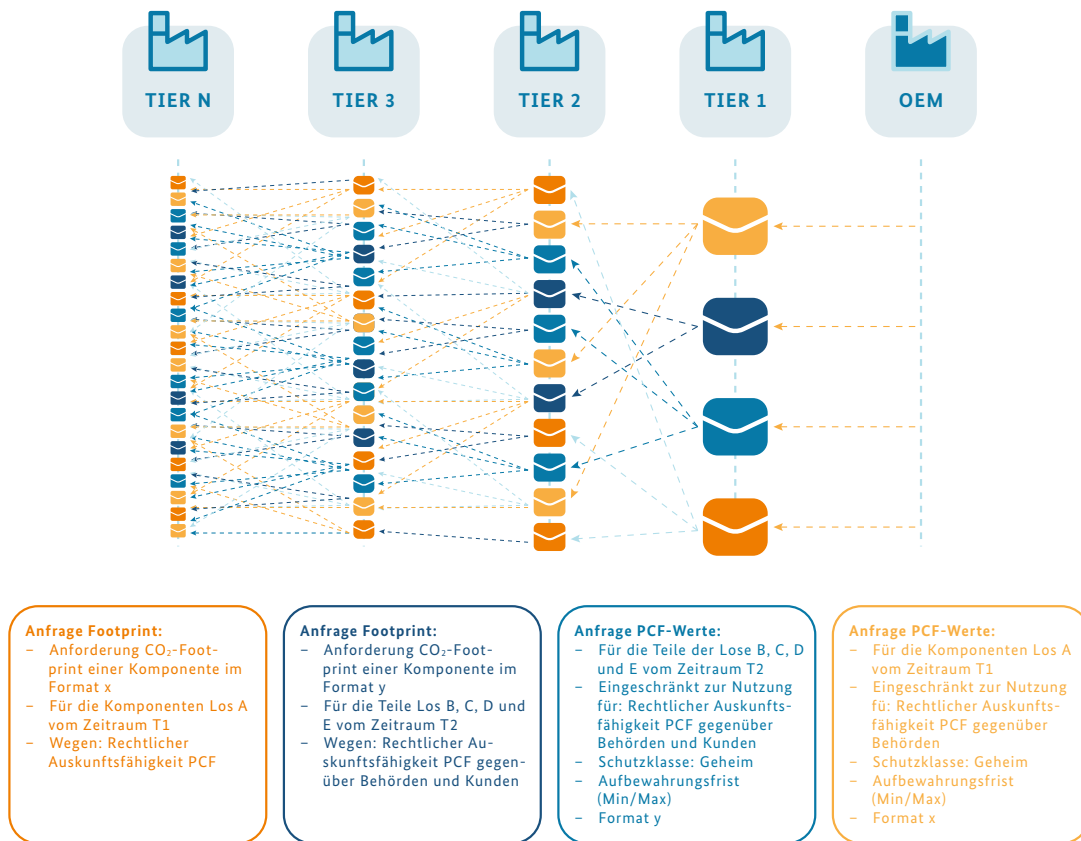
Die oben- und nachstehenden Abbildungen zeigen einen beispielhaften Datenfluss für eine nachträgliche Abfrage des PCF-Wertes (Product Carbon Footprint¹⁰) einer eingesetzten Komponente beim OEM. Mit der vereinfachten Annahme, dass jeweils nur ein Tier x in der Kette angefragt wird, der seinerseits auch die passende Antwort liefert. Dies zeigt die erheblichen administrativen Kosten auf, wenn die Abfrage z.B. per E-Mail durchgeführt wird. Hier sind die allfällig notwendigen Anpassungen im Laufe des Lebenszyklus noch nicht berücksichtigt, sei es auf Wunsch des Partners oder ausgelöst durch eine regulatorische Vorgabe.

Abbildung 3 stellt die exemplarische Abfrage durch den OEM dar. Der OEM fragt hier nach dem CO₂-Footprint eines Loses A aus dem Zeitraum T1 von gelieferter Komponente des Tier 1-Lieferanten. Die Anfrage erfolgt im OEM-spezifischen Format x. Die Antwort wird in einem vom OEM vorgegebenen Format angefordert.

Der Tier 1-Lieferant paketierte die Daten aus allen in Los A im angefragten Zeitraum gelieferten Komponenten. Dafür nutzt er die Rohdaten im eigenen Unternehmen und dem seiner Lieferanten und führt eine Transformation vom unternehmenseigenen Format y in das Zielformat x des OEM durch.

Diese Abfrage an den Tier 1-Lieferanten wird nicht nur von einem OEM, sondern von unterschiedlichen OEM und für verschiedenen Zeitfenster und in verschiedenen Formaten gestellt.

Abbildung 4: Beispielhafte Komplexität in der Abfragekaskade für den PCF-Wert



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Analog dazu stellt sich die Abfrage der weiteren Tier-Lieferanten (hier der Abbildung Tier 2, 3 und n) durch ihre jeweiligen Kunden in der Tier-Kette (hier Tier 1, 2 und 3) dar.

Auch hier gilt: Diese Abfrage an den Tier n-Lieferanten wird nicht nur von einem Tier 3-Lieferanten, sondern von verschiedenen anderen Lieferanten und für verschiedene Zeitfenster, Lose und in unterschiedlichen Formaten gestellt.

In der Realität treffen wir allerdings auf ein deutlich komplexeres Netzwerk mit vielen Tier 1, Tier 2 etc. Die Abbildung 4 soll nur beispielhaft einen Eindruck von der Komplexität der Anfrage vermitteln.

Die Abfrage geht von dem OEM zu vier Tier 1-Lieferanten und in der nächsten Ebene zu jeweils vier Tier 2-Lieferanten, welche von den Tier 1-Lieferanten angefragt werden. Schon bei dieser einfachen Aufschlüsselung bis zur Ebene 2 wird deutlich, dass die Komplexität, die es zu beherrschen gilt, zu einem erheblichen Aufwand, gerade bei den Zulieferern der unteren Ebenen, führt. Die ist mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

Gleichzeitig wird deutlich, dass es nur mit großem Aufwand möglich ist, die Datenabgleiche über die Kette von der untersten Quelle bis zur Senke nachvollziehbar und nachweisbar (Traceability) sicherzustellen.

In zunehmendem Maße wird aber auch der Austausch über mehrere Teilnehmende (multilateraler Austausch) der Wertschöpfungskette gefordert:

- UFLPA (UYGHUR FORCED LABOR PREVENTION ACT)¹¹
 - Verbot der Einfuhr von Waren und Gegenständen, die ganz oder teilweise in der von der Volksgruppe der Uiguren bewohnten autonomen Region Xinjiang der Volksrepublik China oder von bestimmten Unternehmen abgebaut, produziert oder hergestellt werden.
- Lieferkettensorgfaltspflichtgesetz¹²
- Aus der Wirtschaft heraus getriebene „Regulatorik“ (Konsortialstandards)
 - Für das Catena-X¹³ Netzwerk wird ein Format für einen Datenaustausch festgelegt. Ein Teilnehmer des Netzwerks kann nur der sein, der sich anschließt.

Hinzu kommen die rechtlichen Rahmenbedingungen, die jeweils abzuklären sind, um eine Verletzung von z. B. der DSGVO oder des Wettbewerbsrechts auszuschließen.

Die drei Beispiele verdeutlichen die Herausforderung, welche die fortschreitende Regulierung, Mechanismen und Strukturen für einen multilateralen Datenaustausch erforderlich machen. Für einen Akteur entlang der Lieferkette stellen sich damit zentrale Fragen, wie:

- Wie kann ich ökonomisch vom Datenaustausch profitieren?
- Wie kann ich den Nutzungszweck des Datenaustauschs einschränken und absichern?
- Was muss ich erfüllen, damit ich meinen rechtlichen Pflichten nachkomme?
- Wie kann ich die Sicherheit und Authentizität der ausgetauschten Daten sicherstellen?
- Wie können alle Anforderungen technisch umgesetzt und sichergestellt werden?

11 Uyghur Forced Labor Prevention Act | U.S. Customs and Border Protection ([cbp.gov](https://www.cbp.gov))

12 BMAS – [Lieferkettengesetz](#)

13 Catena-X Automotive Network | [Catena-X](#)



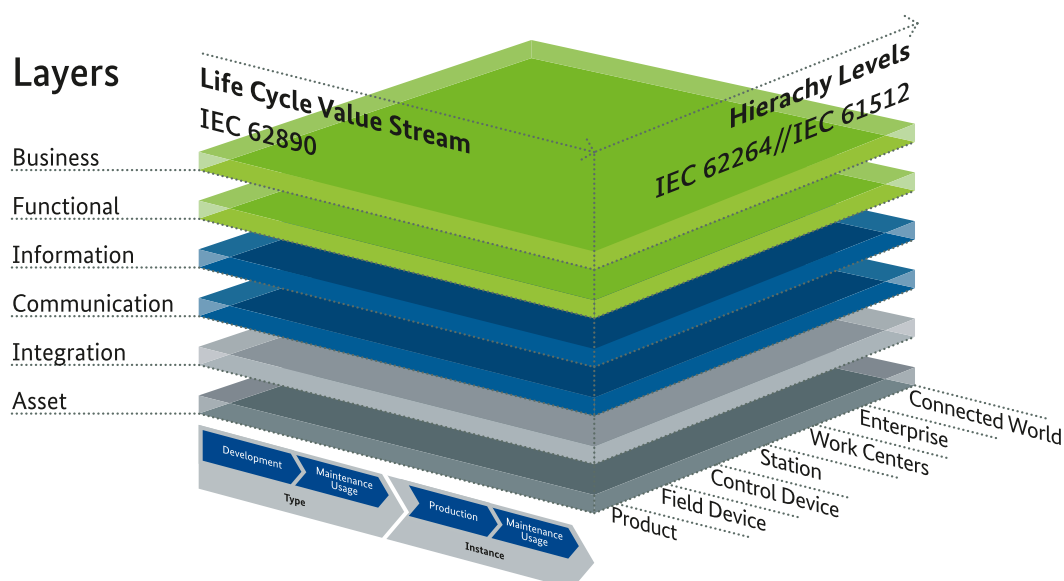
Kapitel 3: Herausforderungen bei der unternehmensinternen Umsetzung des Zielbilds

3.1 Gestaltungsebenen (Layers) vom Business zum Asset

Als Brille für die digitale Sicht auf die unternehmensinterne Umsetzung eignet sich das in Abbildung 5 dargestellte Modell der Gestaltungsebenen (Layers) aus der RAMI 4.0 Referenzarchitektur¹⁴, das die Umsetzungsschritte in geordneten, handhabbaren Abschnitten aufzeigt. Abgeleitet aus dem Bedarf des Business müssen wir von der „Business“-Ebene bis zur „Asset“-Ebene (physische Fabrik) absteigen, um die Anforderungen zu sammeln. Zur Umsetzung der Anforderungen müssen wir anschließend die Ebenen erklimmen.

Die Herausforderungen auf dem Weg zum Ziel sind vielfältig, abhängig vom Scope und vom digitalen Reifegrad der betrachteten Umgebung. Es kann sich um ein einziges Asset handeln, z. B. um eine Pumpe oder eine Produktionslinie, eine ganze Fabrik oder um einen Prozess oder nur einen Prozessschritt. Um das alles strukturiert zu planen und in der Umsetzung zu managen, gibt es das RAMI 4.0 Referenzarchitekturmodell. Es erlaubt, alles Erforderliche in klare Gestaltungsebenen und -elemente zu zerlegen und damit rasch entscheid- und umsetzbar zu machen. Nebenbei lässt sich dadurch sicherstellen, dass nichts vergessen wurde.

Abbildung 5: RAMI 4.0 Referenzarchitektur



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Wie macht RAMI 4.0 das? RAMI 4.0 ist in der AG „Referenzarchitekturen, Standards und Normung“¹⁵ der Plattform Industrie 4.0 erarbeitet worden, in intensivem Austausch zwischen Ingenieuren und Informatikern aller Fachrichtungen. Entsprechend intensiv ist das Ergebnis, das drei völlig unterschiedliche Perspektiven vereint bzw. so zusammenbringt, dass man sie gemeinsam im Zusammenhang miteinander gestalten kann. Dies ist der kritische Erfolgsfaktor auf dem Weg zu Industrie 4.0.

Perspektive 1 (Life Cycle Value Stream) sind die industriellen Prozesse. Hier differenziert RAMI zwischen dem Entwicklungsprozess, dem Produktionsprozess, dem Serviceprozess und der Nutzungsphase. Hier kann genau identifiziert werden, um welche Prozesse oder Prozessschritte es gehen soll. RAMI ist zuerst im Umfeld diskreter Fertigungsprozesse diskutiert worden, kann aber auch mit der Prozessfertigung instanziiert werden, in Anlehnung an die NAMUR¹⁶-Empfehlungen und -Standards. Teilweise wird dies als die vierte Perspektive in RAMI angesehen, weil diskrete Fertigung und Prozessindustrie betrachtet werden.

Perspektive 2 (Hierarchy Levels) ist die organisatorische Perspektive. Betrachte ich ein einzelnes Produkt, eine Maschine, eine Fertigungslinie, oder verlasse ich gar den Shopfloor und gestalte eine ganze Fabrik oder gar einen Fabrikverbund? Auch hier kann ich entscheiden, muss ich entscheiden, welchen Fokus die infrage stehende Gestaltungsaufgabe haben soll.

Perspektive 3 (Layers) ist die Perspektive des Digitalen und des digitalen Business. Es beginnt mit der Ebene „Integration“, also mit der Art von Sensorik, Schnittstellen und Aufgaben, die das jeweilige Asset bietet. Auf der Ebene „Communication“ geht es um die Vernetzung und entsprechende Technologien und Standards. Die Ebene „Information“ bündelt die Gestaltungsebene von Informationssystemen und den verarbeiteten Daten. Auf der Ebene „Functional“ geht es um die logische Clusterung von funktionalen Einheiten zu geschäftsfähigen Einheiten. Dazu werden IT- und technische Fähigkeiten mit den zugehörigen und notwendigen Daten der Funktion im Sinne eines Informationsmodells (z.B. das Informationsmodell in der Produktion) kombiniert. Ein Beispiel wäre „Kundenindividuelle Auftragsfertigung“: Was brauche ich alles dazu? In der Regel wird das in sogenannten Capability-Maps zusammengestellt, die zugehörige Disziplin ist Capability-Management. Oberste Ebene ist das „Business“. Hier werden Geschäftsmodelle

ausgeplant, die die Geschäftsstrategie umsetzen sollen. Außerdem werden dort die Geschäftsobjekte bearbeitet. Hier bedient man sich der Geschäftsfähigkeiten der „Functional“-Ebene oder, sollte man diese noch nicht haben, stellt man die Anforderung daran: Erschaffe mir die Geschäftsfähigkeit „Kundenindividuelle Auftragsfertigung“.

Wie hilft dieses grundsätzliche Verständnis von RAMI 4.0? Ich kann mich mit meiner persönlichen Herausforderung in RAMI 4.0 positionieren. Doch viel wichtiger: Ich kann mich darin bewegen und schrittweise alle Aufgaben abarbeiten, die ich zur Lösung meiner Herausforderung erledigen muss, ohne wichtige Schritte zu vergessen.

Es folgen einige Beispiele, die zeigen, wie das funktioniert. Dem vorangestellt ist die Annahme, dass der Auslöser der Veränderung einerseits vom Business ausgehen, andererseits aus der Produktion, der Technologie oder der Fabrik selbst kommen kann. Entsprechend beginnt man die „RAMI-Journey“ entweder oben auf der Business-Ebene (Kapitel 3.1.1) oder unten auf der Asset-Ebene (Kapitel 3.1.2)

3.1.1 Die Gestaltungsebenen hinabsteigen, beginnend bei den Businessstrategien

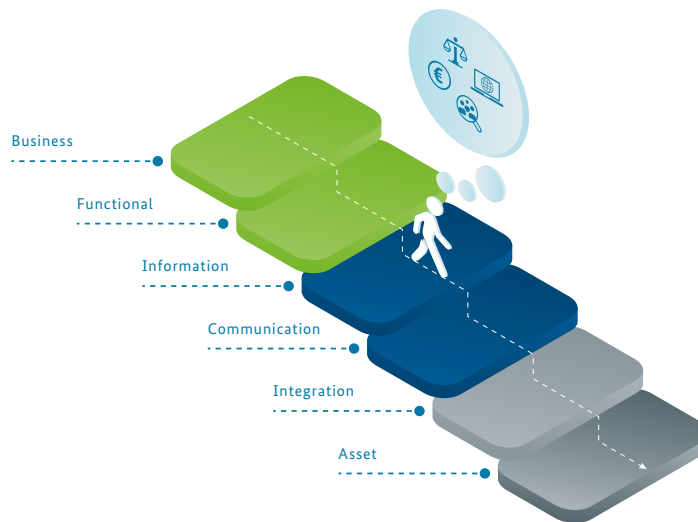
Ebene 6, Business: Enthält Strategie, Geschäftsmodelle, Organisation & Geschäftsprozesse, Geschäftsobjekte und alle Regeln der Fabrik. Wenn dort durch neue Geschäftsmodelle Geschäftsfähigkeiten benötigt werden, bei denen Daten in den Fokus geraten, wird festgelegt, welche Daten in welcher Form benötigt werden. Dabei kommt es darauf an, welche aus strategischer Perspektive besonders wichtig sind und welche Außenbeziehungen für die Daten eine Rolle spielen. Dazu zählen z.B. Standards des Marktes oder Vorgaben von Datenökosystemen wie Catena-X oder Manufacturing-X.

Ebene 5, Funktionen: Hier werden die angeforderten Geschäftsfähigkeiten beschrieben, also was in Technik und IT erforderlich ist und welche Skills und Daten im Sinne von Informationen dazu notwendig sind. Hier wäre festzulegen, an welcher Stelle im Prozess, mit welcher Funktion, mit welchem Algorithmus man die benötigten und wertvollen Daten gewinnen möchte. Leitmotive sind Qualität und Originalität, aber auch Zeit im Sinne von Häufigkeit oder sogar Echtzeit. Das kann zunächst unabhängig von existierenden Algorithmen sein und wird sich daran orientieren, wo die

15 Plattform Industrie 4.0 – AG „Referenzarchitekturen, Standards und Normung“ (plattform-i40.de)

16 [NAMUR](http://namur.de) – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie e.V.

Abbildung 6: RAMI-Journey, die Gestaltungsebenen hinabsteigend



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

eigentlichen Datenquellen sind oder sein sollten. Wenn man Energiedaten aus der Produktion verwenden will, können diese durch die Messungen der Maschinen gewonnen oder aus einem Energiemanagementsystem – sofern ein solches vorhanden ist – gezogen werden. Hinabsteigend wird hier aus der Strategie heraus postuliert, welchen Standards man folgen will oder welche anderweitigen Anforderungen an Syntax und Semantik bestehen. Wird z. B. die Temperatur in Fahrenheit oder Celsius angegeben? Oder wie gibt man an, dass die Maschine läuft oder nicht läuft – mit 1“ und „0“ oder mit „an“ und „aus“? Hier wird strategisch entschieden, welchem Standard man folgt, z. B. ECLASS¹⁷, Umati¹⁸ oder der Asset Administration Shell, oder ob man mit seinen bedeutenden Daten einen eigenen Standard prägen will, weil man die Marktmacht besitzt oder besitzen will.

Ebene 4, Information: Egal, ob man in der RAMI-Journey hinauf- oder hinuntergeht, die Ebene „Information“ ist besonders herausfordernd. Da hier der Einsatz und die Architektur der IT-Systeme festgelegt wird, sind Entscheidungen erforderlich, in welcher Form die geschäftlich „angeforderten“ Daten tatsächlich als konkrete Daten in einer Applikation oder einem Microservice implementiert werden. Der Spannungsbogen entsteht einerseits dadurch, dass Standardsoftware ihrerseits Standarddatenformate mitbringt, die in der Regel mit den angeforderten nicht

übereinstimmen. Hier ist es oft klug, diese Standarddaten auch im Geschäft so zu verwenden. Andererseits stehen die Rohdaten aus den unteren Ebenen oft auch nicht in der geforderten Form bereit, weshalb hier über eine Adaptation der Rohdaten entschieden werden muss. Daher ist hier eine weitere wichtige Entscheidung zu treffen: Wo sollen die Daten des Geschäftsmodells gespeichert werden? Im eigenen Rechenzentrum (On-Premise), in einer Cloud, europäisch, amerikanisch oder global verteilt?

Ebene 3, Kommunikation: Ab hier ist bekannt, welche Daten geschäftsmäßig wichtig und wertvoll sind, wo die Quellen liegen und wie sie aussehen sollen. Aber jetzt müssen sie auch konkret herbeigeschafft werden. Der Zugriff auf konkrete Datenströme wird mit Kommunikationsprotokollen organisiert. Nach welchem Protokoll werden Temperatur und Stromverbrauch zur Verfügung gestellt? MQTT¹⁹, OPC UA²⁰, IO-Link werden z. B. verwendet, aber auch Elemente der Asset Administration Shell können hier bereits greifen. Hier ist die Frage, was schon da ist und was fehlt.

Ebene 2, Integration: Insbesondere, wenn etwas fehlt, kann dies an einer unzureichenden oder nicht vorhandenen Vernetzung liegen. Die Datenquelle ist schlichtweg nicht in ein Datennetz integriert und kann die benötigten wertvollen Daten nicht mitteilen – ein Anschluss ist erforderlich.

17 Startseite – [ECLASS](#)

18 Umati – [Wikipedia](#)

19 MQTT – [Wikipedia](#)

20 OPC Unified Architecture – [Wikipedia](#)

Ethernet, WLAN, Time-Sensitive Networking (TSN)²¹, 5G – eigentlich spielt es keine Rolle, welche Art Netzwerk verwendet wird, solange die Anforderungen an Zeit und Datenmengen erfüllt werden, die das o.g. strategische Geschäftsmodell vorgibt.

Ebene 1, Assets: Es kann aber auch der Fall sein, dass das physische Asset, der Sensor oder die Maschine, die benötigten Daten gar nicht produziert – die zwanzig Jahre alte Pumpe, die große Presse oder der alte Ofen in der Wärmebehandlung. Die Herausforderung ist es hier, diesen Assets Daten zu entlocken. Das ist heute mit oft äußerlich nachrüstbaren Sensorkapseln möglich, die etwa Temperaturen, den Strom-, Gas- oder Flüssigkeitsdurchfluss, Erschütterung, Geschwindigkeit usw. messen. Alle Assets der Fabrik müssen zum Sprechen gebracht werden, sie müssen „Daten sprechen“.

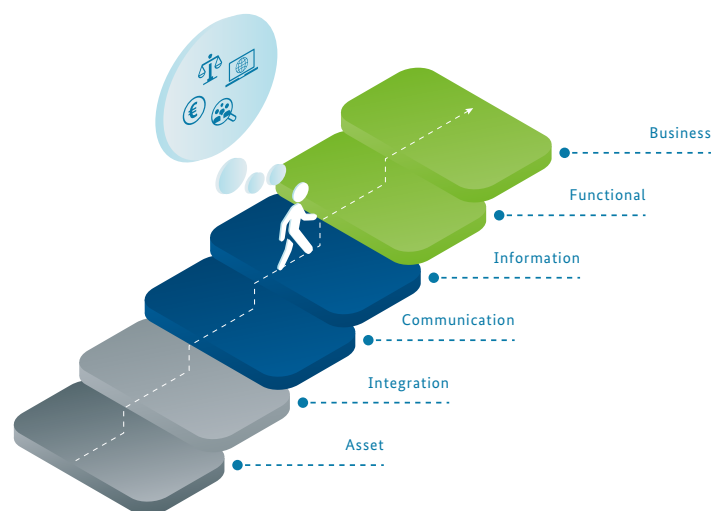
3.1.2 Die Gestaltungsebenen hinaufsteigen, beginnend bei den Assets

Diese Sichtweise ist hilfreich, wenn z. B. Datenanforderungen, etwa zur Angabe des Energieverbrauchs oder gar des CO₂-Fußabdrucks, an ein Unternehmen gestellt werden.

Ebene 1, Assets: Das physische Asset, der Sensor, die Maschine, produziert heutzutage normalerweise Daten und gibt sie irgendwie aus. Es kann trotzdem noch Assets geben, die das nicht tun, die zwanzig Jahre alte Pumpe, die große Presse oder der alte Ofen in der Wärmebehandlung. Die Herausforderung hier ist es also, diesen Assets Daten zu entlocken. Das ist heute mit oft äußerlich nachrüstbaren Sensorkapseln möglich, die Temperaturen, den Strom-, Gas- oder Flüssigkeitsdurchfluss, Erschütterung, Geschwindigkeit usw. messen. Alle Assets der Fabrik müssen zum Sprechen gebracht werden, sie müssen „Daten sprechen“.

Ebene 2, Integration: Wenn das Asset Daten ausgibt, muss es in ein Netzwerk integriert werden, damit die Daten abseits des Assets zur Verfügung stehen. Welches Netzwerk, ob z. B. Ethernet, WLAN, TSN oder 5G, zum Einsatz kommt, spielt keine Rolle, solange die Anforderungen an Zeit und Datenmengen erfüllt werden. Abbildung 8 (S. 16) veranschaulicht exemplarisch anhand einer Y-Weiche, wie die Verarbeitung und weiterführende Aggregation eines Datenstroms aussehen könnten. Hier können Steuerungsdaten und andere Daten separiert werden.

Abbildung 7: RAMI-Journey, die Gestaltungsebenen hinaufsteigend



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Abbildung 8: Y-Weiche – Anwendungsspezifische Aggregation der Datenströme



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Neben einer Verarbeitung und Nutzung der Real-Time-Werte werden zwei weitere Aggregationsebenen zur Vorverarbeitung und Reduktion der Datenströme dargestellt, z. B. eine stündliche bzw. tägliche Aggregation.

In dem Konzept der NAMUR Open Architecture (NOA²²) ist eine Y-Architektur für die Prozessindustrie beschrieben. Aus den hochverfügbaren und besonders geschützten Anlagenteilen werden Daten für Monitoring und Optimierung (M+O) an das anlagenspezifische M+O ausgeleitet (erste Aggregationsstufe). In einer weiteren Stufe erfolgt die Weiterleitung an ein zentrales M+O (mit Produktionsplanung, HMI, Simulation und Advanced Analytics).

Ebene 3, Kommunikation: Wenn das Asset „spricht“ und ans Netz angeschlossen wurde, ist nun der Zugriff auf die relevanten Daten zu organisieren. Nach welchem Protokoll werden Temperatur und Stromverbrauch zur Verfügung

gestellt? Z. B. MQTT, OPC UA, IO-Link werden verwendet, aber auch Elemente der Asset Administration Shell können hier bereits greifen.

Ebene 4, Information: Diese Ebene ist der womöglich wichtigste und schwierigste Abschnitt, gerade vor dem Hintergrund späteren Datenteilens, der Syntax und vor allem der Semantik. Hier geht es darum, die Bedeutung der Daten ausreichend zu konkretisieren und daher mit anderen kombinierbar zu machen. Formate und Standards spielen eine Rolle. Standards wie Umati und eine standardisierte Asset Administration Shell helfen hier syntaktisch und semantisch weiter. Eine Frage ist, wo diese Daten gespeichert werden: im eigenen Rechenzentrum (On-Premise), in der Edge oder in einer Cloud? In welcher Umgebung werden die Daten gespeichert, z. B. in einem Data Lake, Data Mesh oder in klassischen Datenbanken?

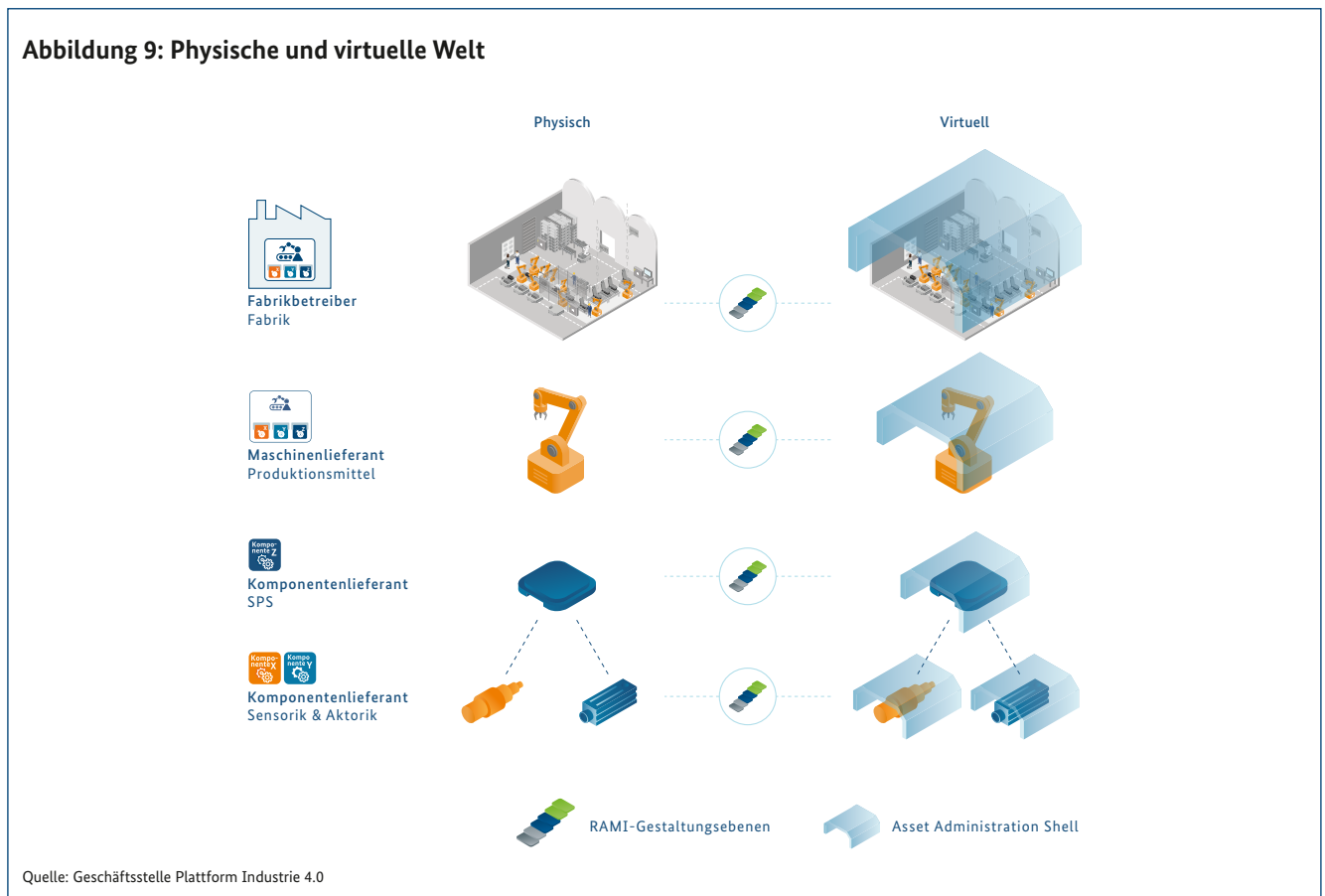
Ebene 5, Funktionen: Hier werden die Funktionalitäten logisch und digital abgebildet, also das, was die Daten erzeugt, oder wie sie genutzt werden. Wenn die Maschine z. B. einen Überhitzungsschutz hätte, könnte dieser hier als Algorithmus mit den Grenzwerten und den aktuellen Daten simuliert und überwacht werden. Dies ist die Ebene der Algorithmen, eine wertvolle Ebene, die vom Datenreichtum lebt. Vor allem werden hier die Geschäftsfähigkeiten definiert und in der Zusammenstellung ihrer technischen und informations-technischen Datenanteile beschrieben. Die so erlangten Geschäftsfähigkeiten sind als Business-Capabilities die notwendigen Bausteine für Business-Ebene 6.

Ebene 6, Organisation und Geschäftsprozesse: Sie enthält alle Regeln der Fabrik oder des Datenökosystems, wie z. B. Catena-X, die den anderen Ebenen Rahmen oder Ziel geben können. Hier werden die Geschäftsfähigkeiten zu Geschäftsmodellen kombiniert und die notwendigen Prozesse ausgeprägt.

3.2 Das Produktionsmittel der Zukunft – physisch vs. virtuell

Das Zielbild in Kapitel 1 bringt zum Ausdruck, dass es zu jedem physischen Asset einen Digitalen Zwilling gibt, und zwar über den gesamten Produktlebenszyklus. Im Kontext der Industrie 4.0 wird die AAS als Digitaler Zwilling betrachtet. Zur Strukturierung der semantischen Interoperabilität und des Zugriffs auf die Inhalte des Digitalen Zwillings hat sich das Konzept der Asset AAS etabliert.

Eine Fabrik/ein Unternehmen kann somit als ein Netzwerk aus physischen Assets angesehen werden, die jeweils virtuell durch einen Digitalen Zwilling repräsentiert werden. Exemplarisch für eine Maschine in einem Unternehmen illustriert die Abbildung 10 das Zusammenspiel von physischen und virtuellen Assets, in diesem Fall die AAS.



Daraus ergeben sich Anforderungen an das Zusammenspiel der physischen und virtuellen Welt:

- Das physische Asset und jeweilige AAS sind untrennbar miteinander verbunden.
- Physisches Asset und dazugehörige AAS synchronisieren sich fortlaufend.

In der virtuellen Repräsentanz des Produktionsmittels entsteht eine logische **hierarchische „Baumstruktur“**, in der die einzelnen Applikationsobjekte (AAS) über eine passende Applikations-Integration gehandhabt werden müssen.

Hieraus ergeben sich **zentrale Fragestellungen**:

1. Wie erfolgt die technische und rechtliche Inbesitznahme des physischen Assets und der dazugehörigen AAS der Komponenten durch den Maschinenlieferanten?
2. Wie erfolgt das Zusammenfügen der AAS zu dieser logischen Baumstruktur unter Beachtung der technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen?
3. Wie erfolgt die Inbesitznahme des Produktionsmittels durch den Fabrikbetreiber?
4. Wie kann in dieser Struktur eine Suche nach der „richtigen“ AAS erfolgen? (bspw. durch die Realisierung eines Katalogs, o. Ä.)
5. Wie kann ich aus der Perspektive eines Fabrikbetreibers z. B. auf die AAS der orangenen Komponente zugreifen?

3.3 Die Logistik der Zukunft – physisch vs. virtuell

Die fortschreitende Digitalisierung hat nicht nur Auswirkungen auf die Produktionsmittel, sondern auch auf die gesamte Logistikbranche. Die Integration von digitalen Technologien spielt eine entscheidende Rolle in der Optimierung von Lieferketten. Der Einsatz von innovativen Lösungen wie dem Digitalen Zwilling ermöglicht eine detaillierte und präzise Abbildung von physischen Prozessen in der digitalen Welt. Dies ermöglicht es, Warenlieferungen auf effiziente Weise zu überwachen und zu steuern.

Durch die Implementierung einer Asset Administration Shell können Unternehmen (Echtzeit-)Daten über den gesamten Lieferprozess sammeln und analysieren. Dies verbessert nicht nur die Transparenz, sondern ermöglicht auch eine schnellere

Reaktion auf Veränderungen oder Probleme in der Lieferkette. Überdies trägt die Digitalisierung dazu bei, Engpässe zu identifizieren, Bestände zu optimieren und die Lieferzeit zu verkürzen. Die Vernetzung von Produktionsmittel und Logistik eröffnet somit neue Möglichkeiten, die Effizienz zu steigern und gleichzeitig die Kosten zu reduzieren.

3.3.1 Die Grundvoraussetzung: eindeutige Seriennummern

Eine entscheidende Weiche für die erfolgreiche Implementierung eines Digitalen Zwillings stellt die Zuweisung eindeutiger Seriennummern dar. Es reicht nicht aus, lediglich auf die Produktnummer aus dem ERP-System zurückzugreifen. Vielmehr ist eine eindeutige Seriennummer, die direkt aus der Produktion stammt, von entscheidender Bedeutung. Diese Seriennummer dient als unverwechselbare Kennzeichnung und begleitet das Produkt während seines gesamten Weges durch die Supply Chain.

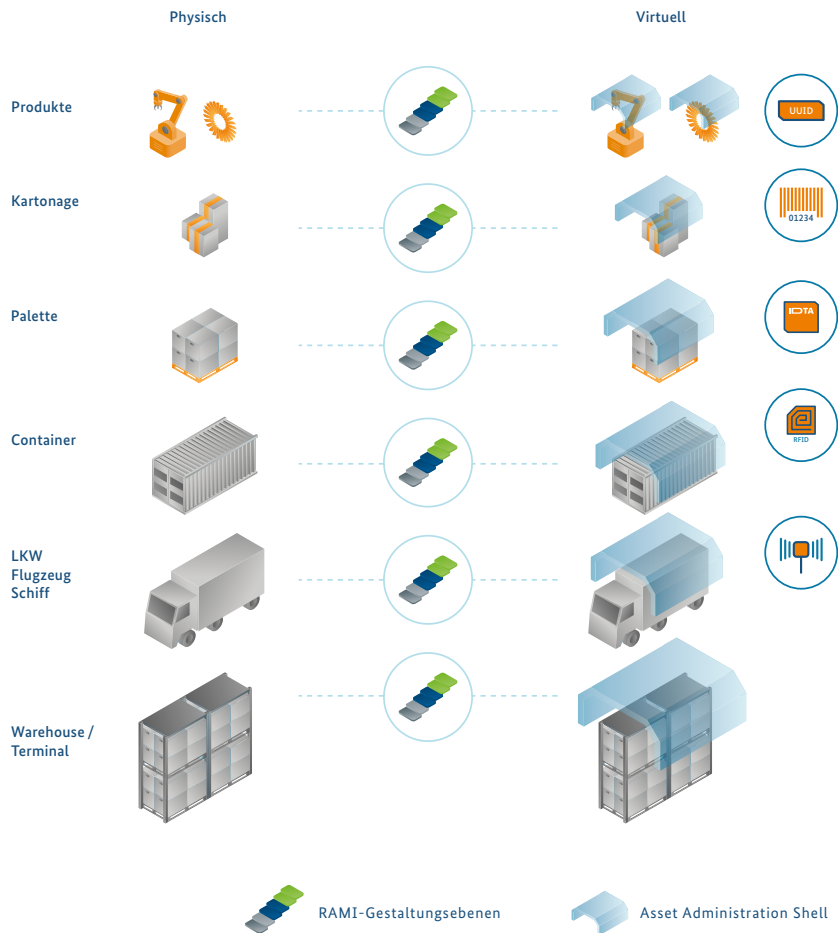
Die eindeutige Seriennummer bildet somit nicht nur die Grundlage für die Identifizierung und Rückverfolgbarkeit eines physischen Produkts, sondern ist auch essenziell für die Schaffung eines präzisen und aussagekräftigen Digitalen Zwillings. Durch die Verknüpfung dieser Seriennummer mit den entsprechenden digitalen Daten entsteht eine einzigartige digitale Repräsentation des physischen Objekts. Diese digitale Entsprechung ermöglicht es, in Echtzeit auf umfassende Informationen zuzugreifen, die den gesamten Lebenszyklus des Produkts abdecken.

Der Digitale Zwilling fungiert somit als virtuelles Pendant des physischen Produkts und ermöglicht es innerhalb der Logistik, dessen Verhalten, Leistung und Zustand kontinuierlich zu überwachen. Sensoren und IoT-Geräte, die mit der eindeutigen Seriennummer verbunden sind, sammeln fortlaufend Daten, die wiederum in den Digitalen Zwilling integriert werden.

3.3.2 Hardware- und Software-Enablement in der gesamten Supply Chain

Die Herausforderung liegt nicht nur darin, die Seriennummer physisch anzubringen, sondern auch sicherzustellen, dass sie auf ihrem Weg durch die Supply Chain verfolgt und digital dokumentiert wird. Dies erfordert eine doppelte Ertüchtigung, sowohl auf Hardware- als auch auf Software-Seite. Drucker zum Aufbringen der Seriennummer müssen genauso integriert werden wie lokale Softwarelösungen, die die Verfügbarkeit der Seriennummer sicherstellen.

Abbildung 10: Physische und virtuelle Ebene bei Logistik



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Die strukturellen Anpassungen erstrecken sich über alle Ebenen eines Unternehmens, von der Sensorik über die Maschinen und Produktionsstraßen bis hin zur gesamten Fabrik. Jede Ebene, auf der Produkte für den Transport vorbereitet oder befördert werden, erfordert eine Abbildung des physischen Gegenstandes auf die virtuelle Ebene, um Konsistenz zu wahren (s. Abbildung). Technologien wie RFID (Radio-Frequency-Identification) oder DMC (Data-Matrix-Code) unterstützen dabei die Erfassung der Informationen zum jeweiligen Prozessschritt. Zu beachten ist, dass die in Kapitel 3.1 und 3.2 beschriebenen Gestaltungsebenen bei jeder Iteration durchlaufen werden müssen, um Interoperabilität und Konsistenz im Gesamtsystem zu wahren.

3.4 Anschlussfähigkeit (Lösungsansatz)

In Kapitel 3 der zweiten Publikation²³ der PG CCM wurde die Anschlussfähigkeit, und zwar technisch, rechtlich und ökonomisch, als zentrales Leitmotiv für Datenräume identifiziert.

Das nachfolgende Kapitel bietet einen Lösungsansatz zur Herstellung der Anschlussfähigkeit aus Sicht von potenziellen Datenraumteilnehmenden.

23 Plattform Industrie 4.0 – Multilaterales Datenteilen in der Industrie (plattform-i40.de)

3.4.1 Lösungsansatz: Data-Mesh-Ansatz für den Aufbau einer datenzentrischen Architektur

Im unternehmensinternen Datenaustausch stellen sich ähnliche Herausforderungen wie im unternehmensübergreifenden Datenaustausch (siehe Kapitel 2). Auch hier ergeben sich Fragen nach der Datenverfügbarkeit, der Definition der Data Sets (Digital Twin, Zertifikate), der Integration in Systeme und der Datenverteilung bzw. Verfügbarmachung für die Nutzenden.

Wie erwähnt findet der Datenaustausch in vielen Unternehmen noch weitgehend manuell oder über Punkt-Schnittstellen statt. Informationsmodelle, Master Data Management und Data Governance sind oftmals nicht vorhanden. Es gibt aber Vorreiter, wo in Unternehmen, domänen- und landesübergreifend, eine Datenverfügbarkeit durch die Umsetzung einer „Data First Strategy“ und die Realisierung von datenzentrischen (statt applikationszentrischen) Architekturen ermöglicht wird.

Dabei werden Daten nach dem „Need to share“-Prinzip in einen Data Hub publiziert, zu domänenspezifischen Informationsmodellen gemappt. Über eine attributbasierte Zugriffskontrolle wird der Zugriff auf die Daten nach dem „Need to know“-Prinzip ermöglicht.

Auch im Unternehmen ist es wichtig, dass die Daten für konkrete, nachverfolgbare Zwecke genutzt und nicht einfach weiter geteilt werden können. Daher kommt der Data Governance und der Klassifizierung der Daten eine hohe Bedeutung zu. Neben den allgemeinen Schutzklassen kommen Metainformationen zur Verwendung (z. B. Projekt, Bauraum ...) und zur Quelle (Trust Level, Accuracy, Actuality ...) zur Anwendung. Das bedeutet, dass jede Verwendung der Daten in einer durchgehenden Data Lineage nachverfolgt und dokumentiert wird.

Mittels dieser leistungsfähigen Data Governance wird die Basis dafür geschaffen, dass die Daten nicht nur unternehmensintern, sondern auch unternehmensübergreifend genutzt werden können und gleichzeitig die Anforderungen an den Datenschutz (landesspezifische rechtliche Vorgaben), das Wettbewerbsrecht und die Daten-Souveränität der Datenerzeuger und Datenverfügungsberechtigten²⁴ sichergestellt werden.

Dies kommt zunehmend nicht nur in großen Konzernen, sondern auch in mittelständischen Unternehmen zum Einsatz. Damit wird insbesondere ermöglicht, dass eine domänenübergreifende Zusammenarbeit (z. B. zwischen Engineering, Produktion und Sales) ermöglicht wird.

Treiber dabei sind zum einen Projekte zur Umsetzung der DSGVO oder Anforderungen an die Traceability vom Engineering bis in die Nutzung.

Ein weiterer wichtiger Treiber bei diesem Ansatz innerhalb der Unternehmen ist die zunehmende Nutzung von Machine Learning und künstlicher Intelligenz, die eine umfangreiche Datenverfügbarkeit erfordert.

Die datenzentrischen Ansätze innerhalb der Unternehmen werden vorangetrieben, um sowohl bei der Zusammenarbeit innerhalb des Unternehmens als auch im Ökosystem mit Geschäftspartnerinnen und Geschäftspartnern Grundlagen für einen geregelten Datenaustausch zu schaffen. Dabei nutzen Firmen datenzentrische Domänenarchitekturen als Basis für die Schaffung eines Unternehmens-Data-Mesh. Die Domänen (z. B. Entwicklung, Produktion ... – oder auch kleinere Einheiten innerhalb einer Domäne) sind die Produzenten von Datenprodukten im Sinne des Data-Mesh-Konzepts.

Firmen beantworten damit ihren internen Bedarf nach Datenverfügbarkeit und der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Unternehmensteilen.

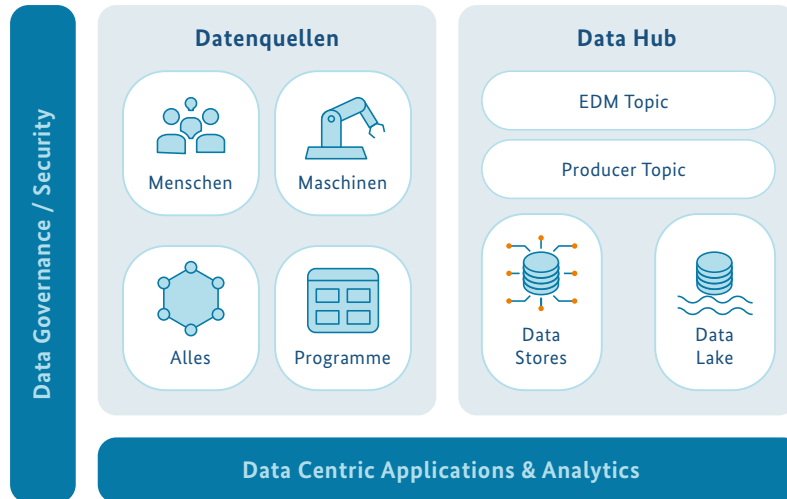
Der Produktansatz des Data Mesh löst die Daten aus der traditionellen Verhaftung im Silo der Applikation und hebt die Daten auf eine Produktstufe. Das heißt für den Datenproduzenten, dass er sich mit dem Bedarf und Nutzen seiner Daten für Konsumenten außerhalb seiner Domäne beschäftigen muss und entsprechende Verfügbarkeit, aber auch Life Cycle Management zur Verfügung stellen sollte.

Dies bringt den so vorgehenden Unternehmen eine stärkere Nutzung eigener Daten und schafft eine höhere Wertschöpfung.

Es geht aber auch darum, sich bereitzumachen, um in der Zusammenarbeit zwischen OEMs und mit Partnern – bei gleichzeitiger Einhaltung der rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen und durchgängiger Nachvoll-

24 Siehe Kapitel 4.2 in Plattform Industrie 4.0 – Multilaterales Datenteilen in der Industrie (plattform-i40.de)

Abbildung 11: Architekturvision Data Mesh mittels datenzentrierter Architektur



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

ziehbarkeit (Traceability) – eine höhere Durchgängigkeit zu ermöglichen. In Abbildung 11 ist ein Data Mesh auf Basis einer datenzentrischen Architektur abgebildet. Im Kern besteht diese aus einem Data Hub und zentralen Data Governance Capabilities.

Hub und Governance Capabilities sind dabei mandantenfähig und in einer technisch hybriden Umgebung von Edge über Data Center bis in hybride Cloud-Umgebungen zu verstehen. Der Data Hub umfasst Streaming-Komponenten (z. B. zur Abbildung der Y-Architektur), Datenspeicher, Data Lakes und Data Stores (Data Warehouses). An diese werden alle Datenquellen und Konsumenten angebunden. Der Zugriff und die Absicherung erfolgen, ebenso wie die Nachvollziehbarkeit der Datenströme (Data Lineage), über die mandantenfähigen Data-Governance-Fähigkeiten. Dazu gehören Attribute- und Policy-Based Access Control (ABAC/PBAC), Data und Meta Data Catalogues und Verschlüsselungs- und Zugriffskomponenten.

Befähigt über diese Kernelemente kann jede Domäne ihr Data Mesh in diesem technologischen und Governance-Rahmen aufbauen. Einheitliche Onboarding- und Beschreibungsregeln vereinfachen die Kontrolle und den Betrieb. Datenquellen werden direkt mit ihrem Datenmodell als Produzent an den Hub angeschlossen. Die Transformation auf das Domänen-Informationsmodell des Mesh erfolgt im Hub. Jede Domäne managt damit ihr eigenes Data Mesh. Über Metadaten wird die rechtliche und vertragliche Zulässigkeit (z. B. Einhaltung der DSGVO) sichergestellt.

Die Domänen können ihre eigenen Informationsmodelle im Data Catalogue als Mandanten beschreiben und verfügbar machen. Das „Subskribieren“ der Datenprodukte erfolgt dann auf der Ebene von Domain Information Topics als Stream oder auf der Ebene von Micro Services als APIs oder Micro UIs.

Mit diesem Lösungsansatz ist es auch in gewachsenen Applikationslandschaften inkrementell und ohne Störungen möglich, eine Transformation zu einer datenzentrischen Architektur zu schaffen. Die Aufteilung in Domänen oder Subdomänen begünstigt und beschleunigt die Transformation und Bereitstellung neuer Datenprodukte. Die Nutzung des Data Hub als „Datenvirtualisierungs-Layer“ entlastet alte Quellsysteme von Anfragen (im Sinne der Y-Architektur) und erhöht die Datenqualität, wenn die Informationen nicht separat für Analytics und Tagesnutzung zur Verfügung gestellt werden, sondern auf den gleichen Datenprodukten aufsetzen.

Das unternehmensinterne Data Mesh bietet auch in der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen den Vorteil, dass dedizierte Informationsströme für den Austausch mit Partnern und Kunden auf gleiche Weise geschaffen, betrieben und überwacht werden können. Der Datenprodukt-Owner für die externen Datenprodukte ist dann wieder für genau seine Informationsmodelle und Datenprodukte verantwortlich.

Data Mesh

Ein Data Mesh ist ein Konzept, das darauf abzielt, die Art und Weise zu verändern, wie Daten zwischen Unternehmen ausgetauscht und weitergegeben werden. Im Gegensatz zu traditionellen zentralisierten Ansätzen, bei denen Daten in einem zentralen Datenrepository gesammelt und von dort aus verteilt werden, fördert ein Data Mesh eine dezentrale Datenarchitektur.

Bei einem Data Mesh werden Daten als eigenständige, autonome Einheiten betrachtet, die von den jeweiligen Unternehmen oder Domänenbesitzern verwaltet werden. Diese Dateneinheiten werden mit Metadaten angereichert, um ihre Bedeutung, ihren Kontext und ihre Beziehungen zu anderen Daten zu beschreiben. Durch die Nutzung von standardisierten Schnittstellen und Protokollen können Unternehmen ihre Daten mit anderen Unternehmen teilen und verbinden, ohne dass ein zentrales Datenrepository erforderlich ist.

Ein Data Mesh ermöglicht eine größere Agilität, Skalierbarkeit und Flexibilität bei der Datenweitergabe. Unternehmen können ihre Daten besser kontrollieren und entscheiden, mit wem sie ihre Daten teilen möchten. Durch die Verwendung von Metadaten können andere Unternehmen die verfügbaren Daten identifizieren, verstehen und darauf zugreifen, um Erkenntnisse zu gewinnen oder Innovationen voranzutreiben.

Ein Data Mesh fördert die Idee, dass Daten als Produkt betrachtet werden sollten. Datenprodukte werden von Domänenexpertinnen und Domänenexperten erstellt, die ihre Datenquellen am besten kennen. Dadurch wird die Qualität der Daten verbessert und der Wert der Daten für das Unternehmen gesteigert.

Ein Data Mesh kann auch die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen erleichtern, da es eine gemeinsame Dateninfrastruktur schafft, auf der Unternehmen zusammenarbeiten und voneinander lernen können. Es fördert die Interoperabilität von Daten und ermöglicht es Unternehmen, sich auf ihre jeweiligen Kernkompetenzen zu konzentrieren, während sie gleichzeitig von den Daten anderer profitieren können.

Insgesamt unterstützt ein Data Mesh die Weitergabe von Informationen an andere Unternehmen, indem es eine dezentrale und vernetzte Datenarchitektur schafft, die den effizienten Austausch und die Verbindung von Daten ermöglicht. Es bietet eine flexiblere und kollaborative Umgebung, um das volle Potenzial von Daten zu erschließen und Innovationen voranzutreiben.

Kapitel 4: Eckpfeiler eines Datenraums Manufacturing-X

Wenn es um die Etablierung eines gemeinsamen Datenraums geht, kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle Teilnehmenden denselben Reifegrad mitbringen. Während vereinzelte Teilnehmende bereits eine „Data First Strategy“ verfolgen, müssen sich viele zur Bereitstellung der Daten im ersten Schritt mit der unternehmensinternen „Data Governance“ auseinandersetzen. Die in Kapitel 3 aufgezählten RAMI 4.0-Ebenen helfen, hierbei eine ganzheitliche Sicht auf relevante Unternehmensdaten zu etablieren, um die Relevanz der Daten in Bezug auf rechtliche, technische sowie ökonomische Risiken und Mehrwerte einzuschätzen. Diese Einschätzung basiert wiederum auf dem unternehmenseigenen Kontext und muss bei der Gestaltung eines Datenraums berücksichtigt werden.

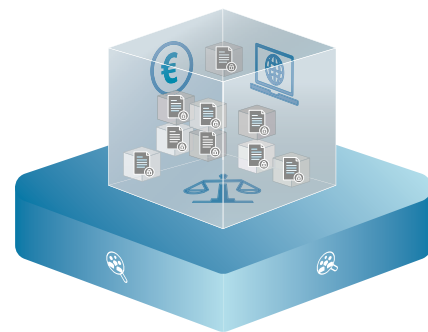
4.1 Vier verflochtene Dimensionen (3 + 1)

Für die Skalierungsfähigkeit eines Datenraums ist es entscheidend, dass die Anforderungen möglichst vieler relevanter Teilnehmender auf Augenhöhe in Einklang gebracht werden. Hierbei gilt es, neben den drei Dimensionen des Data Exchange Framework (Recht, Technik und Ökonomie), auch den soziokulturellen Hintergrund der potenziellen Teilnehmenden zu berücksichtigen. Somit ergeben sich vier untereinander verflochtene Dimensionen, die als Eckpfeiler zur Abstimmung eines Datenraums dienen.

Keine der Dimensionen kann aus sich heraus einen Mehrwert etablieren, ohne die Anforderungen der anderen Dimensionen zu berücksichtigen.

Zielt die Bereitstellung von Daten beispielsweise auf die Verbesserungen von Geschäftsprozessen ab (mehrwertgetrieben), sind die grundsätzlichen Entscheidungskriterien in ökonomischen Motiven zu finden (ökonomische Dimension).

Abbildung 12: Data Exchange Framework mit soziokultureller Dimension als Fundament



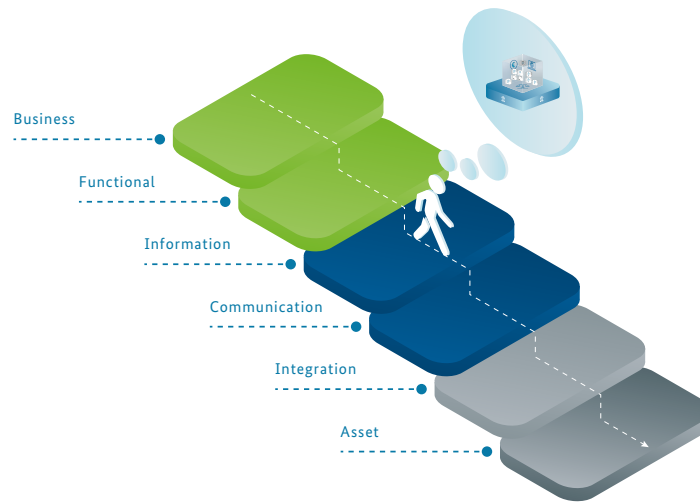
Ökonomische Dimension Rechtliche Dimension Technische Dimension Soziokulturelle Dimension

Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Gleichzeitig muss jedoch sichergestellt werden, dass die Bereitstellung rechtlich unbedenklich ist (rechtliche Dimension) und Daten qualitativ hochwertig sowie manipulationssicher verarbeitet werden können (technische Dimension). Andernfalls überwiegt das Risiko den erhofften Mehrwert für eine Teilnahme.

Die Einschätzung zu Risiko und Mehrwert ist abhängig von verschiedensten Faktoren (z. B. digitalem Reifegrad, Unternehmenskultur/interne Meinungsführerinnen und Meinungsführer, Vertrauen zu Hauptakteuren, Marktposition/Machtverhältnisse etc.) und wirkt sich direkt auf die Entscheidungsfindung zur Teilnahme am Datenraum aus. Die Gesamtheit dieser Einflussfaktoren bildet das Fundament für die Zusammenarbeit und kann als soziokulturelle Dimension betrachtet werden.

Abbildung 13: Einfluss der vier Dimensionen auf alle Gestaltungsebenen



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

4.2 Einflussnahme der vier Dimensionen auf die Gestaltungsebenen

Obwohl längst nicht alle dem RAMI-Modell folgen und es unterschiedliche Herangehensweisen gibt, müssen Unternehmen sich eigenständig mit Entscheidungen bezüglich des in Kapitel 3 vorgestellten Modells der Gestaltungsebenen auseinandersetzen, um Daten für Geschäftsprozesse bereitzustellen. Selbst wenn ein Unternehmen bisher keine Daten-Strategie verfolgt, ist dies für eine fundierte Abschätzung von Kosten und Nutzen für die externe Bereitstellung von Daten unerlässlich.

Die Abbildung 13 zeigt exemplarisch, wie die vier verflochtenen Dimensionen (aus Abbildung 14) die einzelnen Gestaltungsebenen bereits unternehmensintern beeinflussen. Auf jeder Ebene sind alle vier Dimensionen zu betrachten, um den erwarteten Mehrwert vor dem Hintergrund der rechtlichen Anforderungen, technischen Möglichkeiten sowie soziokulturellen Akzeptanz einschätzen zu können. Kann ein Unternehmen die Risiken und Mehrwerte der eigenen Daten nicht entsprechend einschätzen, kann keine fundierte Entscheidung zur Teilnahme an einem Datenraum getroffen werden.

Auch wenn entsprechend der Gestaltungsebene oftmals Diskussionen zu einzelnen Dimensionen im Vordergrund stehen (z. B. Ökonomie bei Geschäftsprozessen), müssen auf jeder Ebene alle Dimensionen berücksichtigt werden (z. B. keine rechtswidrigen Geschäftsprozesse), da diese andernfalls das Potenzial haben, eine Adoption des Datenraums zu blockieren.

Der Umgang mit den einzelnen Ebenen basiert jedoch in erster Linie auf den unternehmenseigenen Anforderungen und wird, abhängig von der Motivation, mit unterschiedlicher Gewichtung durch die vier Dimensionen beeinflusst. Unabhängig davon, in welcher Reihenfolge (top-down/bottom-up) diese Entscheidungen getroffen werden, wirken sie sich direkt auf die Anschlussfähigkeit an einen Datenraum aus.

Die Umsetzung von Anwendungsfällen ist nur möglich, wenn ein Konsens über die Mindestanforderungen in allen vier Dimensionen der betroffenen Ebenen des Modells der Gestaltungsebenen zwischen allen Beteiligten erzielt wird.

Die Gewichtung der einzelnen Dimensionen variiert zudem, abhängig vom Anwendungsfall sowie der zugrundeliegenden Motivation. Dies wird klar, wenn man verschiedene Datenteilungsmodelle entsprechend ihrer Ausgangsmotivation gegenüberstellt.

Abbildung 14: Ausgangsmotivation als Treiber für Datenteilungsmodelle

Datenteilungsmodelle und ihre Treiber



Regulatorisch motiviert
(Digitaler Produktpass)

We must



Ökonomisch motiviert
(Business Case)

We want



Technologisch motiviert
(Generative KI, Metaverse)

We can



Altruistisch motiviert
(Smart City, Wetter,
Grundlagenforschung)

We should

Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

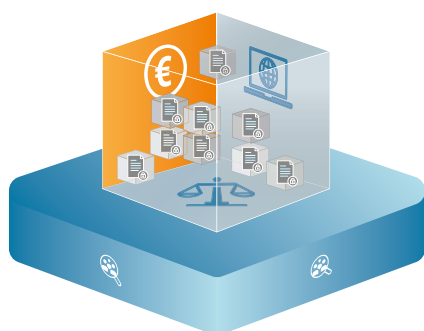
4.2.1 Ökonomisch motiviertes Datenteilen („we want“)

Geht es um ökonomisch motiviertes Datenteilen, haben alle Dimensionen eine ähnlich hohe Bedeutung, während die soziokulturelle Dimension einen entscheidenden Erfolgsfaktor ausmacht. Die Einschätzung zum ökonomischen Erfolg sowie zum rechtlichen Risiko ist stark abhängig vom individuellen Hintergrund und dem persönlichen Digitalisierungsgrad der Teilnehmenden.

Das ökonomisch motivierte, multilaterale Datenteilen ist zur Erschließung zusätzlicher Effizienz- oder Marktpotenziale in der produzierenden Industrie unausweichlich und zählt auf die Arbeitshypothese der Projektgruppe CCM der Plattform Industrie 4.0 ein:

„Das multilaterale Teilen von Daten potenziert die Möglichkeiten für datenbasierte B2B-Geschäftsmodelle und die Schaffung von Mehrwert für alle Beteiligten.“

Abbildung 15: Ökonomisch motiviertes Datenteilen



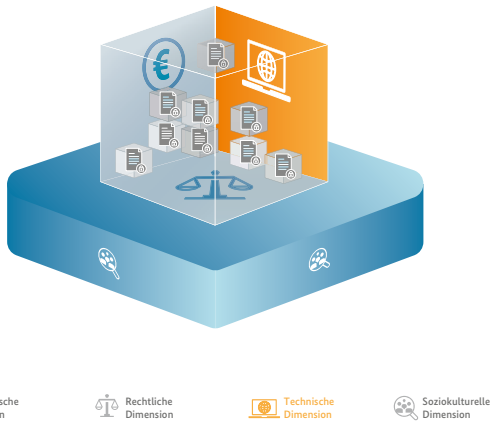
€ **Ökonomische Dimension**
 Rechtliche Dimension
 Technische Dimension
 Soziokulturelle Dimension

Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

4.2.2 Technisch motiviertes Datenteilen („we can“)

Beim technisch motivierten Datenteilen steht die technische Dimension im Vordergrund. Kernmotivation solcher Datenräume ist es oftmals sicherzustellen, dass zeitnah Erfahrungen mit neuen Technologien gesammelt werden können, um diese später effektiv und zielgerichtet einzusetzen. Auch wenn die technische Dimension hierbei klar im Vordergrund steht, muss der finanzielle Aufwand in einem positiven Verhältnis zu den erwarteten Mehrwerten stehen. Gleichzeitig sollten geplante Anwendungsfälle im Rahmen des geltenden Rechts umsetzbar sein und genügend potenzielle Teilnehmende mit den soziokulturellen Grundvoraussetzungen für eine Anschlussfähigkeit existieren. Wird eine der vier verflochtenen Dimensionen hierbei vernachlässigt, steigt das Risiko, dass der Datenraum nicht über seine Initiatoren hinaus skaliert und mit dem Versiegen der Fördermittel wieder eingestellt wird.

Abbildung 16: Technisch motiviertes Datenteilen



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

müssen technisch umsetzbar sowie gesellschaftlich akzeptiert sein. Zeitnahe Anforderungen zum regulatorischen Datenteilen gibt es z. B. im Kontext vom digitalen Produktpass oder beim CO₂-Reporting.

4.2.4 Altruistisches Datenteilen („we should“)

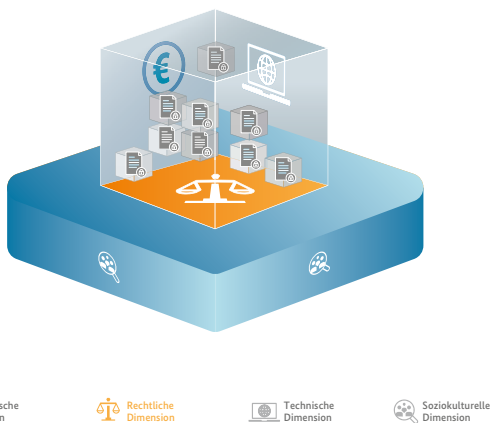
Beim altruistischen Datenteilen geht es vor allem um die soziokulturelle Dimension, da Selbstlosigkeit zumindest direkte ökonomische und rechtliche Motive ausschließt. Oftmals spielt hier auch der gemeinsame technische Fortschritt eine Rolle. Gleichzeitig müssen selbstverständlich Gesetze eingehalten und finanzielle Aufwände in Grenzen gehalten werden. Dies wird bspw. in einigen Bereichen der Grundlagenforschung mit anonymisierten Daten bereits praktiziert.

Weitere Datenteilungsmodelle finden sich in einer Publikation des ZVEI.²⁵

4.2.3 Regulatorisches Datenteilen („we must“)

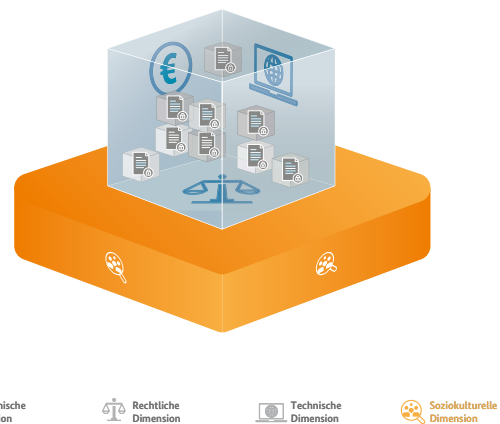
Liegt die Motivation zum Datenteilen in regulatorischen Vorgaben, steht die rechtliche Dimension im Vordergrund und beeinflusst die anderen Dimensionen entsprechend. Die Missachtung der Vorgaben führt rechtliche Konsequenzen mit sich. Gleichzeitig dürfen diese Vorgaben betroffene Unternehmen jedoch nicht ökonomisch überfordern und

Abbildung 17: Rechtlich motiviertes Datenteilen



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Abbildung 18: Altruistisch motiviertes Datenteilen



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

4.3 Beispielhafte Gestaltungsherausforderungen anhand der vier Dimensionen (z. B. Manufacturing-X)

Da jedes Unternehmen die vier Dimensionen im Rahmen der internen Gestaltungsebenen individuell interpretiert, müssen die unterschiedlichen Betrachtungsweisen für einen kollaborativen Datenraum in Einklang gebracht werden. Um den unterschiedlichen Perspektiven gerecht zu werden, empfiehlt es sich, eine Reihe von elementaren Bausteinen entlang den Dimensionen mit den antizipierten Teilnehmenden abzustimmen. Diese müssen mit dem aktuellen Reifegrad der Teilnehmenden vereinbar sein und sollten in Summe alle vier Dimensionen ausreichend adressieren, um eine nachhaltige Motivation zur Teilnahme sicherzustellen. Auch wenn einzelne Bausteine eindeutig einer der vier Dimensionen zugeordnet werden können, sollten diese aufgrund der Verflechtungen auch im Kontext der anderen Dimensionen betrachtet und abgestimmt werden. Anfänglicher Interpretationsspielraum sowie die Vernachlässigung einzelner Dimensionen führen andernfalls, spätestens in der Adaptionphase, zu Skalierungsschwierigkeiten.

4.3.1 Ökonomische Dimension (Motivation)

Das Ziel aus Sicht der ökonomischen Dimension ist es, Mehrwerte/Nutzen zu identifizieren und zu realisieren, um den Teilnehmenden einen konkreten finanziellen Anreiz zur Teilnahme an einem Datenraum zu bieten. Die erwarteten Mehrwerte wie z. B. neue Geschäftsmodelle und Services, gestärkte Kundenbindung und Effizienzsteigerungen müssen für jede*n Teilnehmende*n relevant und, vor dem Hintergrund des geltenden Rechts, mit überschaubaren Kosten umsetzbar sein. Somit müssen auch in der ökonomischen Dimension mögliche Implikationen bzgl. der anderen Dimensionen berücksichtigt werden.

Beispielhafte Bausteine und deren Gestaltungsherausforderungen:

Kosteneinsparungen

Um Kosteneinsparungen durch einen Datenraum realisieren zu können, muss im ersten Schritt die Anschlussfähigkeit sichergestellt werden. Allerdings variiert das erforderliche Investitionsniveau aufgrund der unterschiedlichen Reifegrade (technische Dimension) erheblich unter den potenziellen Teilnehmenden. Dies kann die erwartete Kapitalrendite verzögern und, obwohl alle Teilnehmenden eine Datenstrategie verfolgen sollten,

kann somit die Teilnahme an einem Datenraum schnell den unternehmenseigenen Planungshorizont (sozio-kulturelle Dimension) überschreiten. Zudem haben unterschiedliche Teilnehmende aufgrund ihrer Rolle in der Prozesskette verschiedene Rahmenbedingungen (rechtliche Dimension) und Einsparpotenziale. Dies gilt es im Vorfeld mit dem erforderlichen Investitionsniveau in Einklang zu bringen.

Zeiteinsparungen

Auch Zeiteinsparungen, z. B. durch Automatisierungspotenziale, unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Arbeitsmethoden und Zeiteffizienzen (technische Dimension) stark. Gerade wenn es um abteilungs-, firmen- und wertschöpfungskettenübergreifende Effizienzen geht, muss die individuelle Arbeitsweise an die kollektive Zielsetzung angepasst werden. Diese Anpassung bedarf bei allen Beteiligten eines entsprechenden „Change-Managements“ und muss von den Mitarbeitenden unterstützt werden (soziokulturelle Dimension). Daher sollten geplante Anwendungsszenarien sich möglichst nah an der aktuell gelebten Realität der potenziellen Teilnehmenden orientieren, um zeitnah konkrete Erfolge für alle Beteiligten aufweisen zu können und weitere Investitionen zu rechtfertigen.

Qualitätserhöhung

Ganzheitliches Lernen auf Datenbasis entlang verschiedenster Lieferketten birgt viel Potenzial zur Identifikation sowie Vermeidung von Fehlerquellen. Gleichzeitig liegen die Fehlerquellen potenziell in der Verantwortung einzelner Akteure, welche sich wiederum gegen mögliche Konsequenzen absichern wollen (rechtliche Dimension). Abhängig von der individuellen Fehlerkultur werden diese eingestanden oder verschleiert, bevor sie behoben werden (soziokulturelle Dimension). Um die Potenziale der Qualitätserhöhung auf Datenbasis tatsächlich heben zu können, müssen die Teilnehmenden sich daher einig sein, wie ein entsprechendes Qualitätsniveau der Daten sichergestellt werden kann. Die hierzu benötigten Aufwände müssen den Möglichkeiten aller Teilnehmenden entsprechen.

Organisationsstrukturen und Anreizsysteme für digitale Ökosysteme

Digitale Ökosysteme bedingen, neben der Anschlussfähigkeit der Teilnehmenden, auch die Koordination in der Zusammenarbeit sowie die Weiterentwicklung und Pflege gemeinsamer Infrastrukturen. Aufgrund der

erforderlichen Fachkenntnisse und technischen Anforderungen (technische Dimension) können sich nur wenige Teilnehmende aktiv beteiligen und müssen Dienstleister beauftragen oder sich auf Teilnehmende mit den entsprechenden Ressourcen verlassen. Diese investieren ihre Ressourcen jedoch mit Eigeninteresse, was schnell zu einem Ungleichgewicht in der Interessenvertretung führt (soziokulturelle Dimension). Um dennoch eine gleichberechtigte Teilnahme zu ermöglichen, sollten daher auch in dezentralen Datenräumen Rechte, Pflichten und Kompensationen der Betreiber klar definiert und regelmäßig von unabhängigen Dienstleistern überprüft werden (rechtliche Dimension). Die hierdurch entstehenden Kosten müssen für ein bestandsfähiges digitales Ökosystem berücksichtigt werden.

4.3.2 Rechtliche Dimension (Compliance)

In der rechtlichen Dimension sind zwei grundsätzliche Fragen zu beantworten: Dürfen die Daten geteilt werden und wie sollen die rechtlichen Rahmenbedingungen für das Teilen der Daten ausgestaltet werden?

Die erste Frage, die Frage nach dem rechtlichen Dürfen, kann bisher nur unzureichend beantwortet werden. Dem rechtlichen Dürfen können sowohl gesetzliche als auch vertragliche Einschränkungen oder sogar Verbote entgegenstehen.

Als gesetzliches Verbot ist in erster Linie an die Anforderungen der Datenschutzgrundverordnung („DSGVO“) zu denken. Die DSGVO stellt für die Verarbeitung (z. B. Speichern, Übermitteln, Verändern der Daten) von personenbezogenen Daten einen Erlaubnisvorbehalt auf; d. h. die Verarbeitung ist verboten, es sei denn, sie ist ausdrücklich gesetzlich erlaubt. Insoweit ist es problematisch, dass viele Maschinendaten einen ungewollten, kaum vermeidbaren Personenbezug aufweisen. Verlässliche Vorgaben der Datenschutzbehörden, wie man hiermit im Rahmen eines Datenteilens umgehen soll, gibt es bisher nicht. Dementsprechend müssen die an einem Datenteilen Beteiligten derzeit darauf vertrauen, dass die Datenschutzbehörden entsprechende Verstöße gegen die DSGVO wegen der nur geringen Betroffenheit der jeweiligen Personen nicht verfolgen.

Neben der DSGVO gilt es aber auch die kartellrechtlichen Anforderungen einzuhalten, die insbesondere den direkten oder auch indirekten Austausch von wettbewerbsrelevanten Informationen zwischen Wettbewerbern verbieten.

Vertragliche Einschränkungen für ein Datenteilen können sich aus Verträgen mit Dritten – zumeist den Bereitstellern der Daten – ergeben. So kann beispielsweise eine Vertraulichkeitsvereinbarung dazu führen, dass Daten nicht geteilt werden dürfen. Eine sog. Datenlizenz regelt normalerweise detailliert, inwieweit die betreffenden Daten genutzt werden dürfen. Zu betonen ist, dass vertragliche Einschränkungen nur für die Parteien des betreffenden Vertrages gelten. Anders als bspw. bei einer urheberrechtlich geschützten Software oder einer patentierten Technologie ist die Nutzung der Daten nicht generell verboten, solange man keine Lizenz zur Nutzung erlangt hat. Das erschwert den Schutz der Vertraulichkeit von Daten. Gelangen sie an jemanden, der keinen vertraglichen Beschränkungen unterliegt, hat derjenige, der die Daten geteilt hat, grundsätzlich kein Recht, die Nutzung und Weitergabe dieser Daten zu verbieten.

Die genannten gesetzlichen Einschränkungen werden auch nicht unbedingt durch gesetzliche Gebote zum Datenteilen (siehe oben regulatorisches Datenteilen) beseitigt; so werden bspw. die Anforderungen der DSGVO nicht durch die Regelungen zum CO₂-Footprint aufgehoben. Vielmehr ist von den Beteiligten sicherzustellen, dass den Geboten Folge geleistet wird, ohne gegen die Verbote zu verstoßen.

Wenn man zu dem Ergebnis gelangt ist, dass das beabsichtigte Datenteilen zulässig ist (bzw. ein möglicher Verstoß so irrelevant ist, dass mit einer Verfolgung durch die zuständigen Behörden nicht gerechnet werden muss), sind die zwischen den Beteiligten anzuwendenden rechtlichen Rahmenbedingungen für das Teilen der Daten auszugestalten.

Wer gibt an wen welche Daten, für welchen Zweck und welche Gegenleistung? So kann man kurz die wesentlichen vertraglichen Punkte einer sog. Datenlizenz zusammenfassen.

Als wesentlicher Punkt ist zusätzlich die Verantwortlichkeit zu regeln. Wer ist dafür verantwortlich, dass die betreffenden Daten geteilt werden dürfen? Wer ist verantwortlich, dass die Daten inhaltlich richtig sind und auch nicht auf sonstige Weise manipuliert worden sind? Wer ist dafür verantwortlich, dass die Daten für den vorgesehenen Verwendungszweck genutzt werden dürfen und für diesen Zweck auch geeignet sind?

Insoweit wird man regelmäßig – wie bei jeder vertraglichen Gestaltung eines Lebenssachverhaltes – zunächst prüfen, wer welche Risiken am besten kontrollieren kann. Das heißt aber noch nicht, dass der/die Betreffende dann auch bereit ist, die Verantwortlichkeit zu übernehmen. Denn aus der Verantwortlichkeit folgt im Recht regelmäßig die Frage

nach der Haftung. D.h., wer ersetzt den Schaden, der entsteht, wenn sich das Risiko verwirklicht, für dessen Kontrolle die Verantwortlichkeit übernommen wurde? Daher werden die jeweiligen Verantwortlichen versuchen, ihre Haftung für entstehende Schäden möglichst weit auszuschließen. Hierdurch entsteht aber Misstrauen, das der Bereitschaft, bei einem Datenteilen mitzuwirken, entgegensteht.

Eine Datenlizenz kann eine bilaterale Regelung sein, sie kann aber auch als für alle Teilnehmenden geltende Nutzungsregelung für die Nutzung eines Datenraumes oder einer sonstigen Regelung zwischen mehreren Parteien ausgestaltet werden. Auch Kombinationen im Sinne allgemeiner Grundregeln, die für alle Beteiligten gelten, den am konkreten Vorgang des Datenteilens Beteiligten aber die Freiheit bleibt, die geltenden Regelungen in einzelnen Bereichen weiter zu spezifizieren, kommen in Betracht.

Die Gewichtung der einzelnen vertraglichen Aspekte hängt auch innerhalb der rechtlichen Dimensionen vom Anwendungsfall sowie der zugrundeliegenden Motivation ab. Beispielsweise stellt sich die Frage nach der Gegenleistung in den Fällen einer regulatorischen oder auch altruistischen Motivation eher nicht. Auch die Frage nach der Verantwortlichkeit, der Richtigkeit der Daten und ihrer Eignung für den vorgesehenen Zweck ist im regulatorischen Bereich weitestgehend zwingend vorgegeben. Anders stellt sich die Situation in Bezug auf ein ökonomisch motiviertes Datenteilen dar. Insoweit regelt das anwendbare Recht zwar auch den Rechtsrahmen, von diesem Rechtsrahmen kann aber durch die vertraglichen Regelungen weitgehend abgewichen werden. So sieht das deutsche Recht bspw. eine unbeschränkte Haftung für schuldhaft verursachte Schäden vor. Diese Haftung kann aber, abgesehen von einigen zwingenden Fällen (vorsätzliche Schädigung, Produkthaftung etc.), vertraglich beschränkt und sogar ganz ausgeschlossen werden.

Klar ist es, dass vertragliche Regelungen, die Risiken zuweisen, immer zu Konflikten zwischen den Parteien führen können. Daher ist es so wichtig, von Anfang an die denkbaren Risiken zu minimieren. So kann bspw. die Unveränderlichkeit von Daten durch Technologiegestaltung gewährleistet werden. Schadensrisiken können bis zu einem gewissen Maß durch eine Versicherung der betreffenden Risiken auf sämtliche am Datenteilen Beteiligte verteilt werden. Klar ist derzeit lediglich, dass es aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Motivationen für ein Datenteilen eine noch größere Zahl von vertraglichen Ausgestaltungen hierfür geben wird.

4.3.3 Technische Dimension (Zuverlässigkeit)

Das Ziel aus Sicht der technischen Dimension ist es, ein faires und transparentes Spielfeld für alle Teilnehmenden zu etablieren. Hierzu gehören klare Verantwortlichkeiten sowie die unabhängige Nachweisbarkeit relevanter Aktionen, um im Falle eines Konfliktes entsprechendes Recht geltend machen zu können. Gleichmaßen müssen die ökonomischen Interessen (z.B. geistiges Eigentum und Wettbewerbswissen) geschützt und die rechtlichen Anforderungen (z.B. Verhinderung von Datenmissbrauch oder GDPR) der Teilnehmenden sichergestellt werden.

Beispielhafte Bausteine und deren Gestaltungsherausforderungen:

Standards

Technische Standards sind für Datenräume essenziell, da sie die Interpretation von Informationen erleichtern und die Basis für das Zusammenführen von Datenangebot und -nachfrage bilden. Jedoch können Daten in sämtlichen Quellsystemen nicht kurzfristig in die erforderlichen Datenformate umgewandelt werden. Die Umwandlung von Daten in diese Standards kann daher kostspielig sein und erfordert je nach IT-Reife des Unternehmens externe Dienstleister. Dies beeinflusst die ökonomische Dimension und kann die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen. Das Vertrauen der Teilnehmenden in die korrekte Datenübertragung ist für die soziokulturelle Dimension entscheidend, während die rechtliche Dimension die Nachverfolgbarkeit und nachweisliche Authentizität der Daten erfordert. Die Implementierung von Standards muss daher auch die Übersetzungsprozesse berücksichtigen und erfordert somit eine ausgewogene Berücksichtigung aller Dimensionen und eine sorgfältige Planung.

Daten-Souveränität

Daten-Souveränität, also die größtmögliche Kontrolle und Verfügungsberechtigung über die Daten, ist ein zentrales Konzept in Datenräumen und bestimmt, wer Zugriff auf die Daten hat und wie sie genutzt werden dürfen. Allerdings kann die vollständige Daten-Souveränität eine Herausforderung darstellen, besonders für Unternehmen, die nicht in der Lage sind, selbst Mitbetreiber des Datenraums zu werden, da in solchen Fällen die Umsetzung der Daten-Souveränität nicht vollständig in ihrer eigenen Hand liegt. In der rechtlichen Dimension bedeutet dies, dass die Unternehmen sich auf die Prozesse und Mechanismen des Datenraumbetreibers verlassen müssen, um die Einhaltung von Datenschutzgesetzen und -vorschriften

zu gewährleisten und die Datenintegrität zu sichern. In der soziokulturellen Dimension kann das Fehlen der vollständigen Kontrolle über die Datenverwaltung das Vertrauen in die Daten-Souveränität beeinträchtigen. Aus ökonomischer Sicht kann es jedoch sinnvoll sein, die Daten-Souveränität durch Dritte steuern zu lassen, insbesondere wenn die Etablierung und der Betrieb einer solchen Funktionalität zur Gewährleistung der Einhaltung von Datenschutzgesetzen hohe Kosten verursachen würde. Allerdings muss dabei sichergestellt werden, dass das Risiko durch Fehler Dritter entweder ausgeschlossen oder rechtlich abgesichert werden kann. Um eine gleichberechtigte Teilnahme zu ermöglichen, sollte daher auch die Daten-Souveränität unter Berücksichtigung der anderen Dimensionen gestaltet werden.

Zuverlässigkeit von Daten

Die Gewährleistung der Datenzuverlässigkeit in Datenräumen ist ein facettenreiches Unterfangen. Technische Aspekte, insbesondere das korrekte Funktionieren von Identitäts- und Zugriffsmanagement (IAM)-Systemen, sind von zentraler Bedeutung. Ihre Funktionsweise sollte in Datenräumen unabhängig kontrolliert werden, um Missbrauch zu verhindern und das Vertrauen der Teilnehmenden zu stärken. Parallel dazu sind soziokulturelle Aspekte, wie die Transparenz in den Datenpraktiken, entscheidend, um weiteres Vertrauen der Nutzerinnen und Nutzer zu gewinnen und ihre Wahrnehmungen von Datensicherheit und -zuverlässigkeit zu berücksichtigen. Zusätzlich kann und sollte die rechtliche Dimension, mit klar definierten und überprüfbaren Richtlinien für Datensammlung und -nutzung, zur Erhöhung der Datenzuverlässigkeit beitragen. Aus ökonomischer Sicht muss zudem eine Abwägung zwischen der Granularität der technischen Überwachung und rechtlichen Vorschriften zur Datenzuverlässigkeit getroffen werden, um Kosten zu kontrollieren und gleichzeitig eine Mindestzuverlässigkeit zu gewährleisten. Diese verschiedenen Dimensionen sind nicht isoliert voneinander, sondern beeinflussen sich gegenseitig und tragen gemeinsam zur Gewährleistung der Datenzuverlässigkeit bei, insbesondere in Datenräumen, die eine Vielzahl von Daten aus unterschiedlichen Quellen und in verschiedenen Formaten verwalten.

Sicherer Datenaustausch

Auch der sichere Datenaustausch scheint auf den ersten Blick hauptsächlich ein technisches Thema zu sein. Betrachtet man jedoch die unterschiedlichen IT-Reifegrade der potenziellen Teilnehmenden, wird schnell klar, dass nicht alle Teilnehmenden in der Lage sein werden, ent-

sprechende Sicherheitsstandards ganzheitlich umzusetzen. Um dieser kritischen Limitierung entgegenzuwirken, sollten Datenräume die Einbindung von qualifizierten Dienstleistern, wie z. B. Datentreuhändern, ermöglichen. Somit können Unternehmen entscheiden, ob sie selbst die Anschlussfähigkeit für einen Datenraum ganzheitlich sicherstellen oder Teile der Anforderungen über entsprechende Dienstleister mit bilateralen Serviceverträgen abdecken. In Fällen, bei denen die Ergebnisse einer Datenanalyse im Vordergrund stehen, kann zudem föderiertes Lernen eingesetzt werden, sodass das Teilen von sensiblen Daten deutlich eingeschränkt wird. Hierbei muss jedoch auch aus rechtlicher Sicht klargestellt werden, wie mit Folgen von schadhaftem Code umgegangen wird. Zudem werden viele Unternehmen nicht eigenständig in der Lage sein, die Risiken entsprechend selbst einzuschätzen. Daher sollten unabhängige Prüfungen und Zertifizierungen zur Informationsverarbeitung etabliert werden, um die Risiken zu minimieren und Bedenken zur Teilnahme entgegenzuwirken (soziokulturelle Dimension).

4.3.4 Soziokulturelle Dimension (Faktor Mensch)

Die Bereitschaft zur Teilnahme an einem Datenraum basiert auf dem Vertrauen, dass für die Teilnehmenden gegenseitiger Mehrwert entsteht. Die Basis für dieses Vertrauen ist eine Mischung aus quantifizierbarem Risiko und dem subjektiven Ruf des Datenraumes. Der subjektive Ruf bezieht sich hierbei meist auf die Initiatoren und ist abhängig von individuellen Erfahrungen sowie dem Hintergrund der Entscheidungsträger.

Beispielhafte Bausteine und deren Gestaltungsherausforderungen:

Unabhängige Garantien und Kontrollmechanismen

Unabhängige Garantien und Kontrollmechanismen, wie externe Prüfungen, sind von entscheidender Bedeutung, um das Vertrauen in einen gemeinsamen Datenraum zu gewährleisten. In einer vernetzten Welt, in der Daten zwischen verschiedenen Organisationen und Ländern ausgetauscht werden, bieten diese eine objektive Überprüfung der Datensicherheit, Compliance und Datenschutzmaßnahmen (technische Dimension). Sie schaffen Transparenz und Glaubwürdigkeit, indem sie sicherstellen, dass die geltenden Standards und Vorschriften eingehalten werden (rechtliche Dimension). Um Unabhängigkeit zu gewährleisten, sollten entsprechende Dienstleister kein Eigeninteresse am Datenraum oder dessen Inhalten

haben. Anfallende Kosten für unabhängige externe Dienstleister müssen daher, ähnlich wie die Kosten des Betriebsmodells, entsprechend eingeplant werden (ökonomische Dimension). Besonders Teilnehmende mit mangelnder Fachkenntnis, um technische sowie rechtliche Risiken selbst einzuschätzen, sind ohne entsprechende Prüfungen und aussagekräftige Zertifikate auf den subjektiven Ruf des Datenraumes angewiesen. Somit fällt es selbst mit dezentralen Ansätzen schwer, entsprechendes Vertrauen aufzubauen. Alternativ können auch entsprechende vertragliche Garantien ausgehandelt werden, um das quantifizierbare Risiko für die Teilnehmenden zu reduzieren. Diese müssen jedoch die Rechte und Pflichten aller Teilnehmenden genau definieren und eignen sich daher nur bedingt für eine dynamische, multilaterale Kollaborationsumgebung. Unabhängige Garantien und Kontrollmechanismen sind somit ein Eckpfeiler für die Stabilität und den Erfolg eines gemeinsamen Datenraums und müssen entsprechend unter Berücksichtigung der vier Dimensionen abgestimmt werden.

Unternehmenskulturen

Die Entscheidung zur Teilnahme an einem Datenraum hängt maßgeblich von der Unternehmenskultur ab. Die unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Unternehmen formen und prägen die Kultur, da sie Prioritäten und Planungshorizonte entsprechend beeinflussen. Ein Unternehmen in einem stark regulierten Sektor mag bspw. eher zur Vorsicht tendieren und Datenschutzprioritäten haben, während ein Start-up in einem innovationsgetriebenen Umfeld flexibler und risikofreudiger sein könnte. Beiden bleibt jedoch die Teilnahme verwehrt, sollten sich die Anforderungen des Datenraumes zu sehr von den Anforderungen des Unternehmensumfelds unterscheiden. Des Weiteren können Wertesysteme erheblich variieren. Verschiedene Länder und Regionen haben unterschiedliche kulturelle Normen und Geschäftsethiken. Während einige Unternehmen z. B. Kosteneinsparungen bei Mitarbeitenden als attraktiv ansehen, sind andere zögerlich, diese Kosten zu sparen, da sie soziale Verantwortung übernehmen oder ihre Geschäftsstrategie differenzierter gestalten möchten. Die Vielfalt der Wertesysteme, die in verschiedenen Ländern und Regionen existieren, beeinflusst direkt, wie diese Unternehmen die erwarteten Mehrwerte für ihre Teilnahme am Datenraum bewerten.

Machtdynamiken im Wertschöpfungsnetzwerk

Auch die Machtdynamiken im Wertschöpfungsnetzwerk und damit verbundene Erfahrungswerte der Teilnehmenden sind entscheidend für die Motivation zur Teilnahme.

Zwar kann eine Machtposition von Initiatoren eines Datenraumes dazu beitragen, dass sich andere Unternehmen aus dem Wertschöpfungsnetzwerk an einen Datenraum anbinden. Dies geschieht jedoch nicht aus Eigenmotivation, da eine Weigerung für kleinere Unternehmen im Zweifelsfall kritische Konsequenzen nach sich zieht. In diesem Kontext kann zwar davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmenden ihre Pflichten erfüllen, jedoch steht dies im Kontrast zu einer gleichberechtigten multilateralen Kollaboration. Ohne persönlichen Mehrwert jenseits von „must do“ werden Unternehmen ihre Teilnahme auf das Nötigste beschränken und bei Gelegenheit alternative Kooperationsmodelle dankend annehmen. Echte Koopetition kann nur auf Augenhöhe stattfinden. Daher sollte ein gemeinsamer Datenraum bestehenden Machtdynamiken zu einem gewissen Grad entgegenwirken und Mehrwerte für alle Teilnehmenden sicherstellen. Das volle Potenzial einer multilateralen Kollaboration kann nur dann gehoben werden, wenn sich möglichst viele Teilnehmende aktiv einbringen und gegenseitig Mehrwerte generieren.

Systemvertrauen

Das Vertrauen in ein System, das über technische Aspekte hinausgeht und die Gesellschaft, die Regierung und andere gesellschaftliche Institutionen einschließt, wirkt sich erheblich auf die Bereitschaft zur Teilnahme an einem Datenraum aus. Wenn Menschen oder Unternehmen Vertrauen in die Stabilität und Integrität dieser sozialen Strukturen haben, sind sie eher dazu geneigt, ihre Daten und Informationen zu teilen. Dieses Vertrauen basiert auf der Wahrnehmung, dass ihre Daten ethisch und rechtskonform behandelt werden. Ein hohes Vertrauensniveau in die sozialen und politischen Systeme schafft eine Atmosphäre des Vertrauens und der Kooperation, was die Teilnahme an einem Datenraum erleichtert. Im Gegensatz dazu kann mangelndes Vertrauen in diese Systeme die Bereitschaft zur Datenteilung erheblich einschränken, da die Beteiligten besorgt über Missbrauch oder Verletzungen ihrer Rechte sind. Die unternehmens-eigene Einschätzung ist hierbei stark von den bisherigen Erfahrungen der Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger abhängig und muss berücksichtigt werden. Besonders, wenn es um internationale Zusammenarbeit geht, tritt dieser Aspekt weiter in den Vordergrund, da das Vertrauen in fremde Systeme nicht als grundsätzlich gegeben betrachtet werden kann. Um dem entgegenzuwirken, ist es essenziell, verschiedene Verifizierungsmechanismen anzubieten, welche den Möglichkeiten und Anforderungen der potenziellen Teilnehmenden im Kontext der vier Dimensionen gerecht werden.

4.4 Anschlussfähigkeit Datenraum (Lösungsansätze)

In Kapitel 3 der zweiten Publikation²⁶ der PG CCM wurde die Anschlussfähigkeit, und zwar technisch, rechtlich und ökonomisch, als zentrales Leitmotiv für Datenräume identifiziert. Die Hürden und der Aufwand für den Anschluss der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollte so gering wie möglich sein.

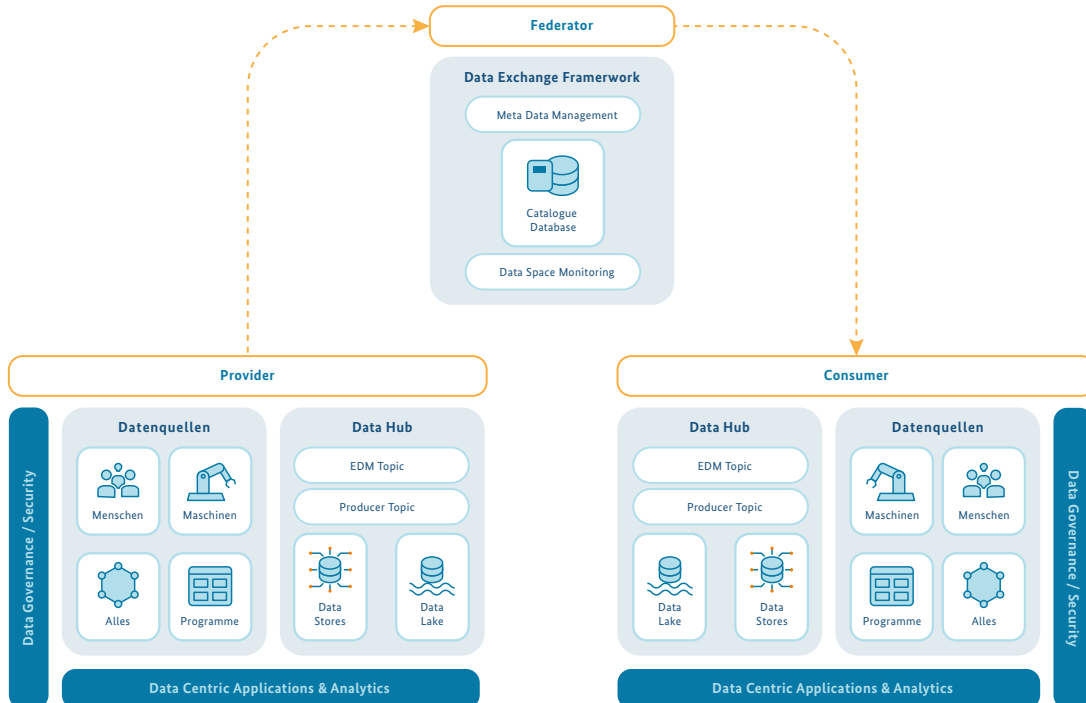
In verschiedenen Datenraumprojekten wird das aktuell verprobt, z. B. Catena-X. Der Datenaustausch in dem Projekt basiert auf einem standardisierten Connector (EDC/Eclipse Dataspace Connector²⁷), standardisierten Datenmodellen auf Basis der Asset Administration Shell sowie deren Teilmodellen zur Realisierung von Use Cases. Diese Bausteine bilden die Voraussetzungen für das unternehmensübergreifende Datenteilen. Erleichterungen zum Anschluss

werden in Form von KITS²⁸ (Toolboxen) und Services wie „EDC as a service“ für ein Unternehmen angeboten. Catena-X entwickelt in dem Zusammenhang auch Open-Source-Lösungen in der Eclipse Foundation (Tractus-X²⁹).

4.4.1 Lösungsansatz: Zusammenarbeit über einen Federator

Federatoren bieten notwendige Dienste für einen Datenraum an. Im Konzept von Gaia-X³⁰ ist ein Federator ein Dienst, der die technische Grundlage für den Aufbau und Betrieb einer Gaia-X-Föderation bildet. Gaia-X-Föderationen sind Zusammenschlüsse von Unternehmen und Organisationen, die gemeinsam ein Ökosystem für den sicheren und souveränen Austausch von Daten und Diensten aufbauen und betreiben.

Abbildung 19: Zusammenarbeit in einem Datenraum, unterstützt von einem Federator



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

26 Plattform Industrie 4.0 – Multilaterales Datenteilen in der Industrie (plattform-i40.de)

27 Eclipse Dataspace Connector (EDC): zentrale Komponente von Catena-X | Catena-X

28 Catena-X Developer KITS | Catena-X

29 Eclipse Tractus-X | projects.eclipse.org

30 Gaia-X Conceptual Model – Gaia-X Architecture Document – 22.10 Release

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Datenraums erhalten damit Sicherheit über die Partner, die vertragliche Absicherung des Datenaustauschs mit Partnern und eine Katalogisierung aller Ressourcen, z. B. Daten, Dienste und Infrastrukturen. Der eigentliche Datenaustausch kann dann, unabhängig von dem Federator, zwischen dem Provider und dem Konsumenten der Daten erfolgen.

4.4.2 Lösungsansatz: Komplexitätsreduktion am Beispiel eines Datenvermittlers

Wie in Abbildung 4 dargestellt, steigt die Komplexität massiv an, je größer die Tier-Kette wird. Um dem entgegenzutreten, wird die Rolle eines Datenvermittlers eingeführt, der in dem Data Governance Act (DGA)³¹ – entstanden als Teil der Datenstrategie der EU – klar definiert und beschrieben wird.

Ein Datenvermittler ist eine Organisation oder ein Unternehmen, das als Vermittler zwischen verschiedenen Parteien fungiert, um den Austausch oder die Weitergabe von Daten zu erleichtern. Der Datenvermittler sammelt, organisiert und stellt Daten bereit, um sie anderen Parteien zur Verfügung zu stellen. Dies kann in verschiedenen Kontexten geschehen, wie z. B. im Bereich der Weitergabe des CO₂-Fußabdrucks in der Tier-Kette.

Ein Datenvermittler agiert hier im Sinne eines Auftragsdatenverarbeiters, innerhalb eines Unternehmens anfallende Aufgaben werden dorthin verlagert.

Wiederum nicht als Datenvermittlungsdienst sind u. a. zu betrachten: Dienste, die die gemeinsame Nutzung von Daten beinhalten, ohne dass eine Geschäftsbeziehung zwischen Datengeber und Datennutzer hergestellt wird (vgl. Art. 2 Nr. 11 lit. a) DGA), Dienste, die in einer geschlossenen Gruppe genutzt werden, sowie Dienste, deren Schwerpunkt auf der Vermittlung urheberrechtlich geschützter Inhalte liegt (Art. 2 Nr. 11 lit. b) DGA)³²

Die Daten werden dann normalerweise in einem formatierten und strukturierten Format gespeichert und anderen Partnern zur Verfügung gestellt, entweder durch direkten Zugriff auf die Daten oder durch die Bereitstellung von Berichten, Analysen oder anderen abgeleiteten Informationen.

Datenvermittler spielen eine wichtige Rolle bei der Zusammenführung und Integration von Daten aus verschiedenen Organisationen. Sie können dazu beitragen:

- den Datenaustausch zu erleichtern und gleichzeitig die Datenschutzrichtlinien und rechtlichen Bestimmungen einzuhalten
- die Qualität der Daten sicherzustellen
- die Komplexität in der Tier-Kette zu reduzieren, indem die Daten vielen Partnern zur Verfügung gestellt werden
- Anschlussfähigkeit zu erhöhen
- Vertrauen zu schaffen

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass der Einsatz von Datenvermittlern auch mit Datenschutz- und Sicherheitsrisiken verbunden sein kann, insbesondere wenn sensible oder personenbezogene Daten betroffen sind.

31 The European Data Governance Act (DGA) (european-data-governance-act.com)

32 Datentreuhänder, Datenvermittlungsdienste und Gaia-X – Gaia-X Hub Germany (gaia-x-hub.de)

Kapitel 5: Kollaboratives Datenteilen als Erfolgsfaktor

Kollaboratives Teilen von Daten bezieht sich auf die Praxis, Daten zwischen mehreren Organisationen, Teams oder Einzelpersonen mit einem gemeinsamen Ziel zu teilen. Durch die gemeinsame Nutzung von Daten können Organisationen die Kommunikation verbessern, Doppelarbeit vermeiden und Transparenz fördern. Der Erfolg des kollaborativen Datenaustauschs hängt vom Grad des Vertrauens und der Zustimmung zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sowie von der effektiven Verwaltung und dem Schutz der geteilten Daten ab.

5.1 Minimum Viable Collaboration

Multilaterales Datenteilen ist ein komplexes Unterfangen, das eine sorgfältige Abstimmung verschiedener Stakeholder, Rollen, Voraussetzungen und Perspektiven erfordert:

Die Kollaboration zwischen mindestens drei Unternehmen (Dreierfraktal), unter Berücksichtigung der

Erfüllung folgender drei Voraussetzungen:

1. alle Kollaborationspartner sehen einen Vorteil,
2. das Datenangebot entspricht der Datennachfrage und
3. der Nutzen ist für alle Beteiligten größer als der Aufwand.

Ergänzung und Skalierung der vier verflochtenen Dimensionen:

1. der ökonomische Nutzen und somit die zugrundeliegende Motivation der Partner,
2. die rechtlichen Anforderungen, die eingehalten werden müssen,

3. die den Anforderungen entsprechende technische Umsetzung und
4. die Berücksichtigung der soziokulturellen Dimension (Unternehmenskultur etc.).

Der Minimum Viable Collaboration (MVC)-Ansatz wurde entwickelt, um die Komplexität von Kollaborationen, die auf das multilaterale Datenteilen abzielen, zu strukturieren und zu beherrschen. Dieser systematische Ansatz schafft eine schrittweise Definition der multilateralen Zusammenarbeit und stellt sicher, dass alle Stakeholder von der Anfangsvision über ihre individuellen Geschäftsmodelle und Mehrwerte bis hin zur Umsetzungsstrategie involviert und ihre Ziele aufeinander abgestimmt werden.

Ein zentrales Element des MVC-Ansatzes ist die frühzeitige, exemplarische Konkretisierung bereits in der Designphase. Ziel ist es, im Einklang mit dem Prinzip „Fail fast to iterate early“, das Konzept der Zusammenarbeit zu einem frühen Zeitpunkt anhand konkreter Beispielszenarien im Kontext der Realität zu prüfen. Das so erreichte schnelle Feedback ermöglicht eine steile Lernkurve und unterstützt die Konvergenz zu einem profitablen Geschäftsmodell. Der entscheidende Vorteil dieses Ansatzes ist die Fähigkeit, frühzeitig das Relevante vom Irrelevanten zu unterscheiden, um die Ressourcen möglichst von Anfang an gezielt einsetzen zu können.

MVC basiert darauf, anwendungsfallspezifische Minimal-szenarien aufzubauen, die schrittweise anhand der folgenden drei Fragen verfeinert werden:

- Entspricht das Datenangebot der Datennachfrage?
- Profitieren alle Beteiligten angemessen?
- Kann ein Konsens über eine geeignete Umsetzungsstrategie erzielt werden?

Durch die Fokussierung auf diese Fragen können überflüssige Anforderungen frühzeitig erkannt und eliminiert werden, was eine effiziente und zielgerichtete Projektumsetzung sicherstellt.

5.1.1 Das Canvas-strukturierte MVC-Design

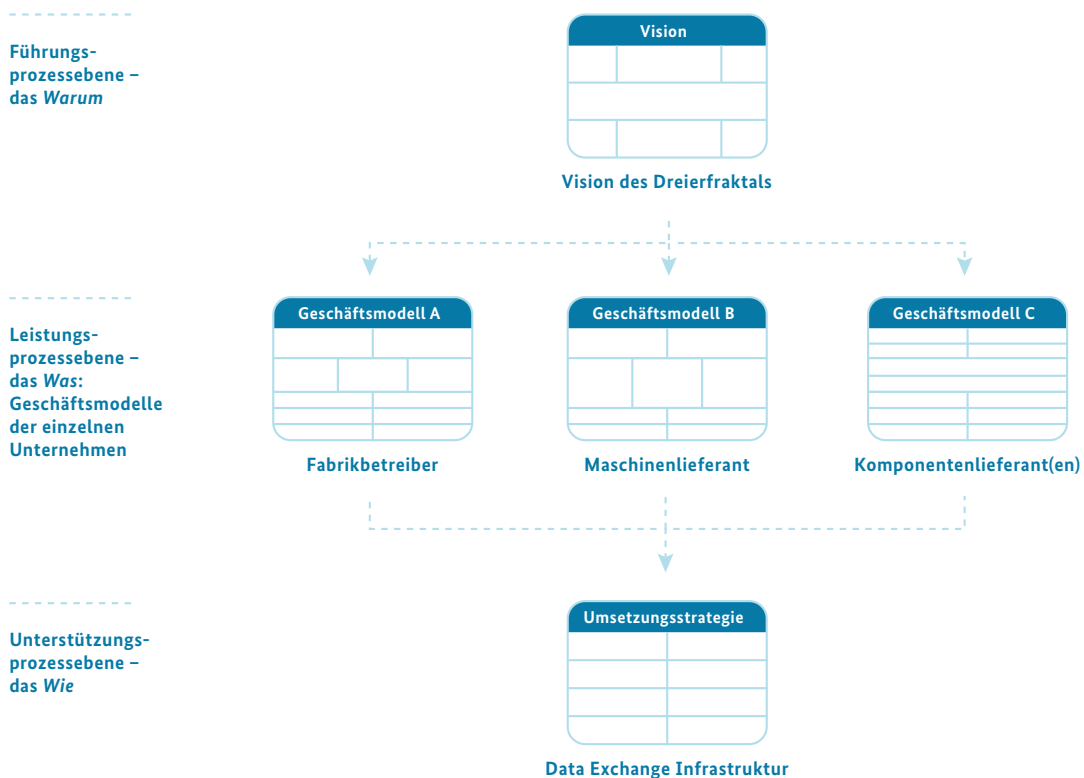
Um den MVC-Ansatz zu strukturieren, verfolgen wir einen hierarchischen Multi-Canvas-Ansatz, der die Komplexität von multilateralen Datenaustauschprojekten in handhabbare Segmente unterteilt (siehe die Verflechtung und die einzelnen Canvas im Großformat im Anhang). Einige dieser Segmente können individuell von involvierten Stakeholdern behandelt werden, andere sind gezielt dazu ausgelegt, die unterschiedlichen Stakeholder spezifischen Eingaben, typischerweise in einem iterativen Anpassungsprozess, aufeinander abzustimmen. Gelingt es, den hierarchischen Canvas vollständig auszufüllen, sind die Interessen, Ressourcen und Rahmenbedingungen der Partner so zusammengeführt, dass einer erfolgreichen Realisierung zumindest konzeptuell nichts im Wege steht. Andernfalls wurden frühzeitig Inkompatibilitäten aufgedeckt, die sich nicht im Rahmen des

kontinuierlichen, iterativen Anpassungsprozesses bereinigen ließen. In dem Fall ist das Projekt zwar gescheitert, aber es konnte eine unnötige Verschwendung von Ressourcen vermieden werden.

Konkret ermöglicht der Multi-Canvas-Ansatz den Partnern eine kontinuierliche Abstimmung auf verschiedenen Ebenen – von der Führungsebene über die Leistungsebene bis hin zur Unterstützungsprozessebene – während des Designs der MVC. Abbildung 20 illustriert das multilaterale Datenteilen am Beispiel des Dreierfraktals.

Der erste Canvas erfasst auf der Führungsebene die gemeinsame Vision (das Warum), während die Leistungsebene, also das angestrebte Geschäftsmodell (das Was), von jedem Partner individuell definiert wird. Zur bestmöglichen Unterstützung bei der Definition der Leistungsebene und der konkreten Mehrwerte wurden zwei rollenspezifische Canvases erstellt, die zwischen Datenanbietern und Datenkonsumenten unterscheiden. Der vierte Canvas definiert auf Prozessebene die notwendigen Infrastrukturanforderungen (das Wie) für das gesamte Dreierfraktal.

Abbildung 20: Value Proposition Canvases für kollaboratives Datenteilen



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

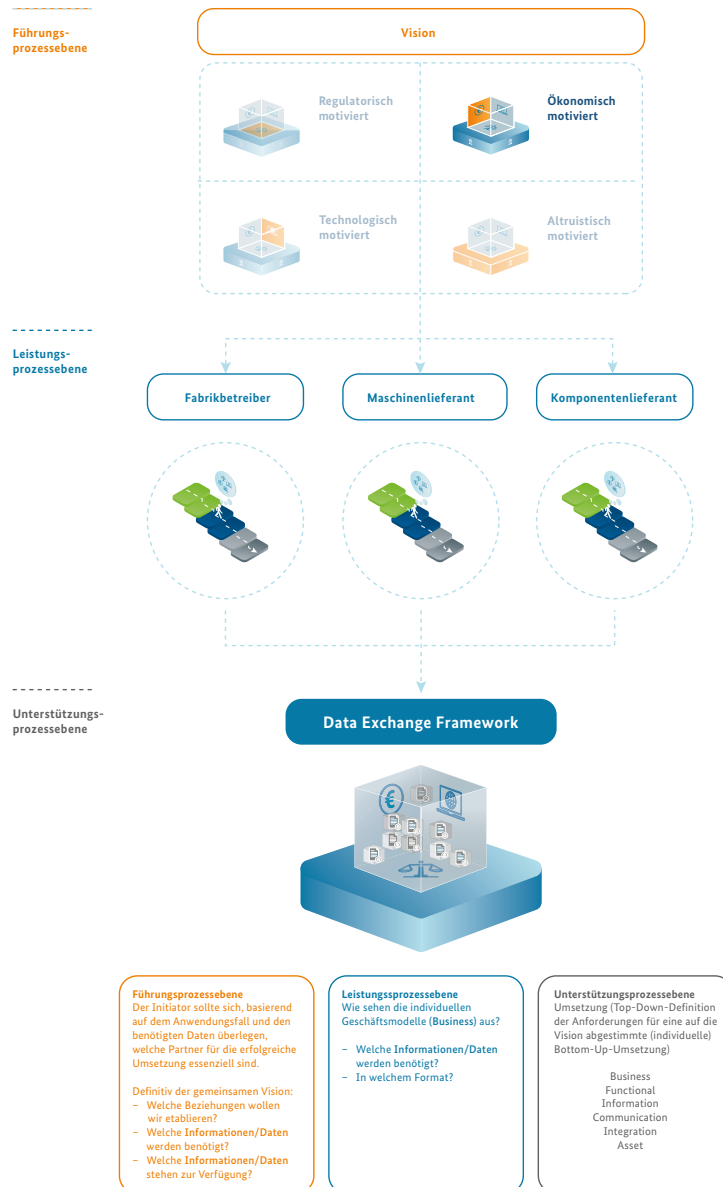
Um sicherzustellen, dass sowohl die Bedingungen der übergeordneten Vision des Dreierfraktals als auch die individuellen Geschäftsmodelle der Partner in der Implementierung zusammenfließen, überschneiden sich einige Segmente über zwei bis drei Canvases hinweg. Hier leiten sich die Bedingungen aus den ursprünglich formulierten, partnerspezifischen Anforderungen an den Datenaustausch (bspw. rechtliche und technische) auf der Leistungsprozessebene ab. Diese Anforderungen müssen schrittweise in eine finale, für alle akzeptierte und gültige Beschreibung der Datenaustauschinfrastruktur überführt werden.

5.1.2 Der MVC-Ansatz im Kontext des RAMI-Modells

Der MVC-Ansatz verfolgt und unterstützt eine Top-down-Strategie, die sich auch in den Ebenen des Referenzarchitekturmodells Industrie 4.0 (RAMI) widerspiegelt (siehe Abbildung 21):

Führungsprozessebene: Ausgehend von der Motivation der Initiatoren, angetrieben von einem der vier Datenteilungsmodelle, wird ein Anwendungsfall definiert. Dabei werden die zugehörige übergeordnete Vision und die relevanten

Abbildung 21: Top-down-Strategie



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Partner festgelegt. Sobald die Partner identifiziert sind, wird gemeinsam diskutiert, welche Informationen und Daten relevant sind und zur Verfügung stehen. Neben den gemeinsamen KPIs hat jeder Partner auch individuelle KPIs. Diese können bspw. Gegenleistungen beschreiben, die auf der Leistungsprozessebene genauer definiert werden.

Leistungsprozessebene: Hier definieren die Partner individuelle Geschäftsmodelle/Mehrwerte und detaillieren die gewünschten KPIs, basierend auf dem übergeordneten Anwendungsfall. Jeder Partner leitet die notwendigen Anforderungen an die Informationen/Daten (Data Set and Data Policy) und die rechtliche Absicherung von den eigenen Zielen ab. Dies ist gleichzusetzen mit dem Hinabsteigen der Gestaltungsebenen der RAMI-Treppe.

Unterstützungsprozessebene: Der Anwendungsfall beschreibt die Rollen und Verantwortlichkeiten der einzelnen Partner. Die Leistungsprozessebene detailliert die Anforderungen für eine erfolgreiche Umsetzung. Auf der Unterstützungsprozessebene muss dann zunächst überprüft werden, ob die Anforderungen der einzelnen Partner miteinander vereinbar sind. Falls dies nicht der Fall ist, müssen Verhandlungen und Anpassungen stattfinden, bis eine Einigung erzielt ist.

Das Ergebnis ist die gemeinsame Definition und Beschreibung des übergeordneten Data Exchange Framework. Jeder Partner muss, basierend auf dem übergeordneten Plan, bei der Umsetzung selbstständig die Ebenen 1–6 (Assets, Integration, Communication, Information, Functional, Business) von unten nach oben durchlaufen. Das Data Exchange Framework bildet somit die Schnittstelle zwischen den kollektiven Verantwortlichkeiten und den individuellen Verantwortlichkeiten der Partner innerhalb der Kollaboration.

Sollte auf der Unterstützungsprozessebene festgestellt werden, dass sich die Partner zwar einigen können, aber einzelne Partner mit der Umsetzung von unten nach oben überfordert sind, besteht die Möglichkeit der gegenseitigen Unterstützung oder der Einbindung externer Dienstleister.

5.1.3 Zusammengefasst:

Der Fokus des MVC liegt auf der Definition und Detaillierung von Anwendungsfällen und Visionen, die von allen Beteiligten gemeinsam getragen werden und sicherstellen, dass alle (gleichermaßen) davon profitieren. Hier ist es wichtig, dass die legalen und technischen Herausforderungen in der Umsetzung im Verhältnis zu den ökonomischen Mehrwerten stehen. Das heißt, dass die Vorteile für alle Beteiligten stets

den Aufwand der Umsetzung überwiegen. Diese gezielte, effiziente und effektive Vorgehensweise bildet eine solide Grundlage für eine erfolgreiche Zusammenarbeit und stärkt das Vertrauen in die Notwendigkeit und den Hebel des multilateralen Datenteilens.

Präzise Zieldefinition: Für den Erfolg der Zusammenarbeit ist es von grundlegender Bedeutung, dass alle Beteiligten eine eindeutige und gemeinsame Auffassung von den Zielen, Mehrwerten und Herausforderungen des Projekts besitzen. Hierbei sollte insbesondere die Rolle, die jeder Partner bei der Erreichung dieser Ziele einnimmt, konkret definiert sein.

Ressourcenidentifikation: Es ist entscheidend zu bestimmen, welche Ressourcen notwendig sind, um die angestrebten Ziele zu erreichen. Dies können Zeit, Geld, Personal oder spezifische Werkzeuge und Technologien sein.

Implementierung der Entscheidungsprozesse: Ein transparenter, klar definierter und abgestimmter Entscheidungsfindungsprozess ist von zentraler Bedeutung, um sicherzustellen, dass alle Partner auf die gleichen Ziele hinarbeiten.

Festlegung der Kommunikationskanäle: Die Einrichtung von klaren und effizienten Kommunikationskanälen ist von großer Bedeutung. Diese stellen sicher, dass alle Partner kontinuierlich auf dem neuesten Stand sind, gemeinsam auftretende Probleme frühzeitig adressieren und sich in die gleiche Richtung bewegen.

Planung für kontinuierliche Verbesserung: Das MVC-Design ist kein einmaliger Akt, sondern vereinfacht und unterstützt einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Da die wichtigsten Eckpfeiler und Anforderungen transparent und greifbar dargestellt sind, sind Anpassungen/Verbesserungen und ihre Konsequenzen leichter zu kommunizieren, verhandeln und umzusetzen. Hier ist es von entscheidender Bedeutung, regelmäßige Bewertungen, Verbesserungen und fortlaufende Erweiterungen einzuplanen, um zu gewährleisten, dass die Zusammenarbeit kontinuierlich ihre Ziele und Anforderungen erfüllt.

Indem der Fokus auf diese Schlüsselkomponenten gelegt wird, bietet die MVC eine robuste Basis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit und ebnet den Weg für zukünftiges Wachstum und Weiterentwicklung.

5.2 Exemplarische Minimum Viable Collaborations

Die Optimierung der Wertschöpfungskette bietet enorme Chancen für Unternehmen. Eine engere Zusammenarbeit und gesteigerte Transparenz können nicht nur globalen Mehrwert schaffen, sondern auch individuelle Vorteile für jedes beteiligte Unternehmen mit sich bringen. Es ist essenziell, die individuellen Bedingungen und Bedürfnisse aller Partner zu berücksichtigen und auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. In der weiteren Darstellung beleuchten wir konkrete Beispiele, die das Potenzial von intensivierten, über bilaterale Kollaborationen hinausgehende Partnerschaften verdeutlichen.

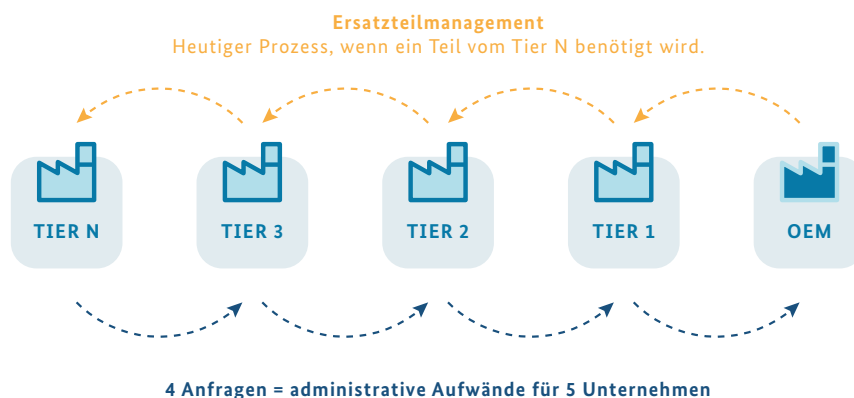
5.2.1 MVC-Ersatzteilemanagement

In heutigen Wertschöpfungsketten basieren Beziehungen meist auf vielen parallelen Ketten von bilateralen Geschäftsverhältnissen. Der Komponentenlieferant liefert seine Teile an den Maschinenhersteller. Dieser verbaut die Komponenten in seiner Maschine und verkauft diese dann an den Fabrikbetreiber. In der Betriebsphase der Maschine wendet sich der Fabrikbetreiber bei Problemen, Fehlern oder Ersatzteilanfragen normalerweise direkt an den Maschinenher-

steller. Der Maschinenhersteller übernimmt diese Rolle gerne, da der enge Kontakt zu Kunden die eigene Wettbewerbsposition stärkt.

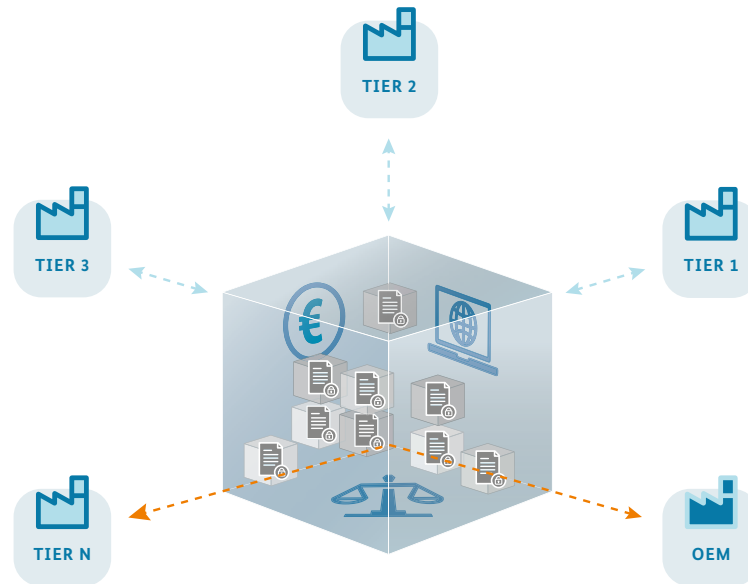
Dabei ergibt sich jedoch ein komplizierter Prozess: Bei einem Defekt kontaktiert der Fabrikbetreiber den Maschinenhersteller. Erkennt dieser, dass eine Subkomponente fehlerhaft ist, muss er den zuständigen Komponentenlieferanten und der wiederum den Subkomponentenlieferanten kontaktieren. Warum? Da dem Maschinenlieferanten in der Regel nicht bekannt ist, wer der Subkomponentenlieferant und der entsprechende Ansprechpartner ist. Das heißt, dass der gesamte betroffene Teilabschnitt zwischen OEM und Tier 3 der Wertschöpfungskette in den Prozess der Ersatzteilbestellung und -lieferung einbezogen werden muss, was zu Verwaltungsaufwand und Kosten für alle beteiligten Unternehmen führt (siehe Abbildung 22 – heutiger Prozess). Hinzu kommt, dass dies auch zu Verzögerungen auf jeder Stufe führen kann, was den gesamten Prozess von der Fehleridentifikation bis zur Ersatzteillieferung in die Länge zieht. Dadurch steigen sowohl die Kosten als auch der Zeitaufwand für die Behebung. Im Extremfall zieht es Komplettausfälle in die Länge und stoppt die gesamte Produktion. Hinzu kommen die administrativen Aufwände aller beteiligten Unternehmen.

Abbildung 22: Ersatzteilmanagement; heutiger Prozess



Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Abbildung 23: Ersatzteilmanagement; optimierter Prozess



1 Anfrage = administrative Aufwände für 2 Unternehmen, um das gleiche Ziel zu erreichen

Quelle: Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Ein transparenter Ansatz könnte hier Abhilfe schaffen: In einer gut vernetzten Wertschöpfungskette könnte bei Bedarf direkt der zuständige (Sub-)Komponentenlieferant kontaktiert werden. Dies würde Zeit und Kosten sparen und die Effizienz steigern (siehe Abbildung 23 – optimierter Prozess). Dabei ist es essenziell, dass alle beteiligten Unternehmen über laufende Bestell- und Austauschprozesse informiert werden, um Qualitätsstandards aufrechtzuerhalten und Parallelstrukturen zu verhindern. Wenn der OEM eine defekte Subkomponente direkt beim Tier 3-Lieferanten bestellt, ist es bspw. entscheidend, dass die Tier 1- und Tier 2-Lieferanten, in deren Produkten diese Subkomponente verbaut wurde, darüber informiert werden. Nur so kann bspw. der Tier 1 Lieferant feststellen, dass Probleme mit der Subkomponente häufiger auftreten. Eine essenzielle Information, um die eigene Produktqualität langfristig zu verbessern.

Entscheidend für einen solchen transparenten Prozess ist allerdings das Vertrauen zwischen den Unternehmen. Sie müssen bereit sein, relevante Daten und Informationen offen zu teilen, ohne dass dies zu Nachteilen für Einzelne führt. So können alle von optimierten Abläufen und höherer Produktqualität profitieren. Es bedarf einer gemeinsamen Vereinbarung unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen, um die Bedingungen der Transparenz und des Informationsaustauschs zu klären.

5.2.2 MVC – Collaborative Condition Monitoring – Geschäftsmodell Lösungsanbieter

Die Optimierung entlang der Wertschöpfungskette und die Anpassung der Geschäftsmodelle sind Schlüsselemente für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Im Kontext des „Collaborative Condition Monitoring“ geht es darum, die Leistung von Maschinen im Betrieb zu verbessern, Fehler schneller zu erkennen und proaktiv Maßnahmen zu ergreifen. Geschäftsmodellinnovationen können hier einen entscheidenden Unterschied machen.

Ein Beispiel ist der Wandel des Maschinenherstellers vom einfachen Lieferanten zum Lösungsanbieter. Traditionell verkauft der Maschinenhersteller seine Maschine an den Fabrikbetreiber, der die alleinigen Rechte an Betriebs- und Maschinendaten besitzt. Doch um erfolgreich Collaborative Condition Monitoring betreiben zu können, müssen Daten zwischen Fabrikbetreibern, Maschinenlieferanten und Komponentenlieferanten ausgetauscht werden, sodass jeder von den Daten und dem Know-how der anderen profitiert. Heute müssen dafür aufwendige Verhandlungen zwischen den beteiligten Unternehmen stattfinden, um die jeweiligen ökonomischen, rechtlichen, technischen und sozialen Rahmenbedingungen erfolgreich zu berücksichtigen.

Während der Fabrikbetreiber die Maschinendaten besitzt, verfügt der Maschinenlieferant über tiefgehendes Wissen zur Maschine und ihre optimale Nutzung. Der Komponentenlieferant kennt sich bestens mit seinen Teilen aus. Ein koordinierter Datenaustausch kann dazu beitragen, Ausfälle zu verhindern, Fehler schneller zu beheben und die Leistung zu optimieren.

Aber wie kann man diesen idealen Zustand mit minimaler Komplexität erreichen? Ein Ansatz ist, dass der Maschinenlieferant nicht die physische Maschine, sondern ihre Leistung verkauft. In diesem Modell besitzt der Maschinenlieferant die Maschine und ihre Daten und nicht mehr der Fabrikbetreiber. Somit kann die gleiche übergeordnete Leistung vereinfacht und in der Regel sogar optimiert erreicht werden. Zum einen reduziert es die rechtlichen und technischen Anforderungen, da der Fabrikbetreiber nur noch die Leistung einkauft und somit den Zugriff auf die Daten nicht mehr verweigern kann. Dies reduziert die Komplexität maßgeblich. Zum anderen vereinfacht es den Datenaustausch und definiert klare Interessenschwerpunkte. Es erlaubt somit die saubere Trennung nach Kernkompetenzen, z. B.:

- **Fabrikbetreiber:** Effiziente Produktion ohne Ausfälle
- **Maschinenlieferant:** Kontrolle über Maschinenspezifika, Betrieb und Optimierung seiner Maschinen basierend auf den Betriebsdaten
- **Komponentenlieferanten:** Produktoptimierung und Dienstleistungserweiterung

Das Lösungsgeschäft bietet also eine Win-win-Situation für alle Beteiligten und minimiert die Komplexität, während es gleichzeitig die Maschinenleistung optimiert.

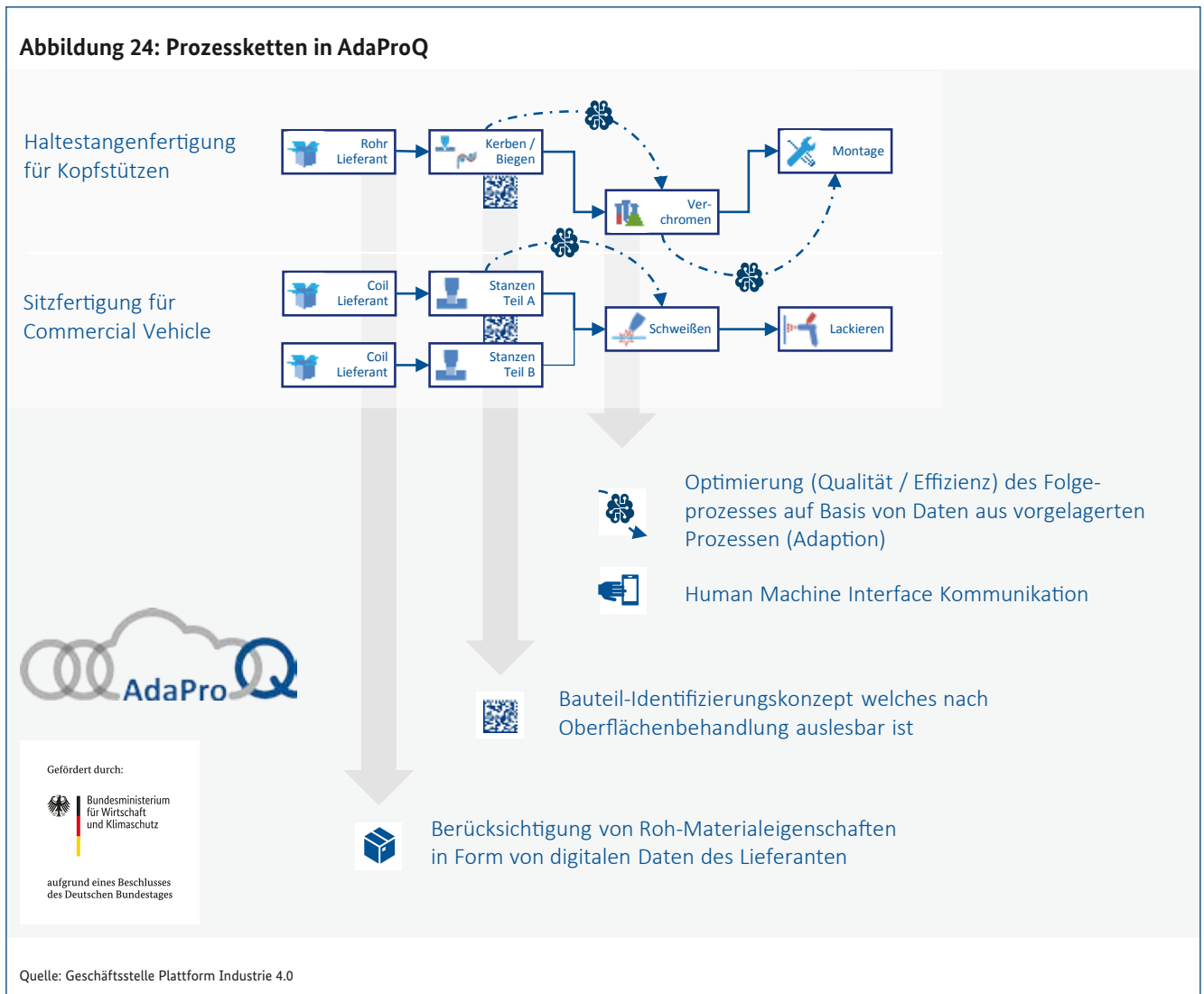
5.2.3 AdaProQ

AdaProQ³³ – kurz für adaptive Prozessketten zur Steigerung der Produktionsqualität und -effizienz – ist ein gefördertes Digitalisierungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz mit dreizehn Konsortialpartnern. „Mit AdaProQ machen wir zusammen mit unseren starken Partnern aus der Automotive- und Zulieferindustrie den nächsten Schritt in Richtung Produktion 4.0“, erklärt Jens Öhlenschläger, Vorstandssprecher der Grammer AG (Konsortialführer). „Gemeinsam arbeiten wir an tragfähigen Lösungen für die digital vernetzte, adaptive Produktionskette der Zukunft. Unterstützt durch Partner und gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, schafft das Projekt eine Win-win-Situation für alle Beteiligten. Durch die ersten Ergebnisse bauen wir gemeinsames Know-how für multilaterales Datenteilen auf, von dem die ganze Branche am Standort Deutschland profitiert.“

Im Folgenden soll an einem Use Case aus AdaProQ erläutert werden, wie ein Business Case aus adaptiven Prozessketten entsteht, wenn digitale Prozesse und Strukturen in den Fertigungs- und Lieferketten der Partner geteilt werden. Basis dafür sind die Erstellung von digitalen Produkt-/Maschinenzwillingsdaten, die eindeutige Identifizierung von Bauteilen zur Qualitätskontrolle sowie die optimale Zusammenarbeit von Menschen und Maschine (Human-Machine-Interface) innerhalb eines selbstregelnden Rahmens.

33 Über AdaProQ: | Das Digitalisierungsprojekt AdaProQ ist eine Kooperation zwischen dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Partnern aus der Automobilindustrie und der Grammer AG. Das Projektvolumen liegt bei 19,1 Millionen Euro, der Förderanteil des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beträgt im Mittel über alle Partner mehr als 50 Prozent. Ziel ist ein generisches Methoden-Framework für adaptive Prozessketten zur Steigerung der Produktionsqualität und -effizienz in der deutschen Automobilindustrie. Neben der Grammer AG sind folgende Unternehmen Teil des Teams: Gestamp Autotech Engineering Deutschland GmbH, Batix Software GmbH, Eichsfelder Schraubenwerk GmbH, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), KAP Surface Holding GmbH, Merantix Momentum GmbH, Promess Gesellschaft für Montage- und Prüfsysteme mbH, OptWare GmbH, Schütz + Licht Prüftechnik GmbH, Senodis Technologies GmbH, Siemens AG, Volkswagen AG. Mehr erfahren: www.adaproq.de

Abbildung 24: Prozessketten in AdaProQ



Digitaler Zwilling

Basierend auf AAS werden innerhalb des Use Cases zunächst Materialdaten ausgetauscht, welche im Anschluss für die Optimierung des Folgeprozesses verwendet werden (Start des Aufbaus eines digitalen Produktzwillings). Auf Basis vorhandener Maschinenzwillingsdaten und bekannter simulativer Verhaltenszustände (digitale Simulationsdaten) ist es nun möglich, bereits im ersten Schritt mithilfe von KI-Modellen in Echtzeit das Verhalten der Maschine basierend auf den Materialdaten zu analysieren.

Digitale Zwillinge an diesem ersten Schritt allein sind jedoch nur der halbe Business Case. Es ist zudem stets notwendig, das konkrete Bauteil robust in jedem folgenden Prozessschritt zu identifizieren.

Robuste Bauteilmarkierung

Ohne eindeutige Bauteilidentifizierung ist keine Zuordnung von Produktionsdaten zu einem bestimmten Bauteil möglich. Die Einstellung des Prozesses auf Basis von vorangegangenen Produktionsstufen ist nur bei seriellen Prozessen (z. B. Folgeverbundoperationen) möglich. Eine (unternehmens-)übergreifende Reaktion oder das Erfassen von bauteil- oder baugruppenspezifischen Größen ist ohne die konkrete Zuordnung nicht möglich.

Der Aufbau eines digitalen roten Fadennetzes erfordert die Zuordnung von Daten/Informationen zu bestimmten Bauteilen. Bisherige papierbasierte Ansätze sind allenfalls für Sonderteile oder ganze Batches geeignet. Insbesondere die Zuordnung von Bewertungen erfordert eine permanente und digitalisierbare Markierung von Produkten, um die einzelnen Produktions- und Anwendungsbedingungen entsprechend zuordnen zu können.

Die permanente und prozessrobuste Markierung des Bauteils ohne Einschränkung der Nutzbarkeit und Weiterverarbeitung stellt hierfür einen Key dar, sodass Bauteile nach widrigsten Bedingungen und/oder langjähriger Nutzung wieder identifiziert werden können. Wäre dies nicht gegeben, würden entsprechende bauteilbezogene Daten wertlos.

Im Use Case wurde dies durch eine spezifische Lasermarkierung direkt im ersten Prozessschritt gelöst. Auf Basis spezieller Einstellungen ist es möglich, dass die Markierung den folgenden Verchromungsprozess vollständig überlebt.

Business Case

Basierend auf der robusten Markierung ist es im Folgeprozessschritt der Verchromung möglich, direkt auf die bauteilspezifischen digitalen Produkt-Zwillingsdaten zuzugreifen und den Verchromungsprozess auf Basis digitaler Verhaltensdaten z.B. energetisch zu optimieren. Die Optimierung kann hier so weit gehen, dass der Verchromer eine Sicherstellung der optimalen Chromschichtdicke erreicht, was wiederum ein Win-win für die spätere Montage und Nutzung der Bauteile darstellt.

Das Beispiel zeigt: Wenn Vertrauen unter den Unternehmen zum Datenaustausch herrscht und alle bereit sind, relevante Daten und Informationen offen zu teilen, ohne dass dies zu Benachteiligungen Einzelner führt, dann können der Kerbe-Biege-Lieferant, der Verchromer, der spätere Monteur wie auch der letztendliche Nutzer von optimierten Abläufen und höherer Produktqualität profitieren.



Kapitel 6: Fazit – der Weg zum digitalen Champion

Kapitel 1 konkretisiert schlaglichtartig das „Zielbild einer digitalisierten Produktion 2030“. Das strategische Ziel ist es, dass deutsche Unternehmen in dieser nahen Zukunftswelt als digitale Champions agieren. Bei den postulierten grundsätzlichen Fähigkeiten dazu wird deutlich, dass die Nutzung und Beherrschung von Daten überall eine zentrale Rolle spielen, vor allem auch in multilateralen Kontexten.

Kapitel 2 skizziert die heute gängige Praxis. Der Datenaustausch erfolgt in der Regel bilateral in möglichst maschinenlesbarer Form, aber die Komplexität und Vielfalt der Daten führen zu höherem Aufwand und Kosten sowie zur Einschränkung der Zusammenarbeit im gewünschten Datenfreigabe-Ökosystem. Aufwände und Kosten entstehen beim Austausch zwischen Unternehmen, sowohl auf Lieferanten- als auch auf Kundenseite. Die individuelle Bearbeitung für verschiedene Kundenportale ist zeitaufwendig, kostspielig und fehleranfällig. Innerhalb von Unternehmen führen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zu hohem Aufwand bei Schnittstellen und begrenzter Datenqualität. Daten sind oft nicht zentral verfügbar und bleiben in den Quellen ohne breitere Nutzung. Lokalen Datenmodellen fehlen oft übergreifende Strukturen, Semantik und Schutzanforderungen, Datenprodukte sowie deren Management sind nur begrenzt vorhanden. An vielen Stellen stehen zukünftig benötigte Daten nicht oder in nicht verwendbarer Form zur Verfügung. Daten werden in der Regel heute nicht als Geschäfts-Ressource gemanagt, und wenn, dann nur zu kleinen Teilen.

Kapitel 3 zeigt Lösungswege, die geordnet und strukturiert beschränkt werden können, um die unternehmensinternen notwendigen Maßnahmen Schritt für Schritt umsetzen zu können. Als Leitstruktur für den Weg zu „Wie werde

ich Data Space-ready?“ wird RAMI 4.0 vorgestellt, die Referenzarchitektur Industrie 4.0 der Plattform Industrie 4.0. Mit ihren sechs Gestaltungsebenen werden die notwendigen Umsetzungsschritte in geordnete, handhabbare Abschnitte heruntergebrochen. Es werden Beispiele gegeben: Wie gehe ich vor, wenn die „Datenanforderung“ aus dem Geschäft kommt? Dann beginne ich auf der Businesssebene und steige die RAMI-Ebenen schrittweise nach unten. Wie gehe ich vor, wenn der Auslöser in der Technologie oder dem Shopfloor liegt? Dann beginne ich auf der unteren RAMI-Ebene und steige Schritt für Schritt nach oben. Dabei betrachten wir das Y-Modell als hilfreich für die Sortierung von Steuerungsdaten und potenziellen Geschäftsdaten. Schließlich wird aufgezeigt, wie sich dies konkret einerseits in der Produktion, andererseits in der Logistik auswirken kann.

In allen Beispielen wird deutlich, dass mit dem Verfügbarmachen und Konsolidieren von Daten, basierend auf semantisch interoperablen Informationsmodellen, die Voraussetzungen zur Herstellung der leichten Anschlussfähigkeit aus Sicht eines Unternehmens geschaffen werden.

Damit wird der erste Teil der Rahmenbedingungen zum multilateralen Teilen von Daten gelegt.

Kapitel 4 legt den notwendigen Kontext um die Datenbeherrschung aus Kapitel 3 und macht deutlich, dass immer drei-plus-eine Dimension zu berücksichtigen sind, bei jeder Gestaltungsaufgabe und bei jeder Entscheidung: 1. *Ökonomie*, 2. *Recht*, 3. *Technik* und als Grundlage 4. *der soziokulturelle Rahmen im Unternehmen und in der Gesellschaft*.

Leitthemen in diesen Dimensionen sind:

1. **Technik:** Lokale/Globale Architekturen, kollaborative Technik, Standards, Security
2. **Recht:** Rechtsfragen, IP, Datenschutz, Regulatorik, Souveränität (digital, europäisch)
3. **Ökonomisch:** Treiber, Geschäftsmodelle, es muss ökonomisch Sinn machen
4. **Soziokulturell:** Champion wird nur, wer die Menschen im Unternehmen und in der Gesellschaft mitnimmt.

Insgesamt wird in **Kapitel 4** deutlich, dass es vier ganz unterschiedliche Treiber sein können, die den Weg zum digitalen Champion möglich machen: Ökonomie, Technologie, aber auch Regulatorik und Altruismus. Die „Anschlussfähigkeit“ an einen Datenraum wie Catena-X oder Manufacturing-X wird anhand von zwei Lösungsansätzen aufgezeigt.

Kapitel 5 zeigt in drei Beispielen auf, wie kollaboratives Datenteilen als ökonomisches Erfolgsmodell gelingt:

1. Die Minimal Viable Collaboration (MVC) als Grundmodell,
2. MVC angewandt im Ersatzteilmanagement und
3. AdaptoQ als Implementierung.

Damit wird beispielhaft aufgezeigt, dass die in *Kapitel 1 bis 4* gezeigten Ziele, Handlungsbedarfe und Lösungswege bereits erfolgreich angegangen werden und einige bereits auf dem Weg zum digitalen Champion sind.

Fazit: Wenn man das Ziel der Plattform Industrie 4.0 mit seinen Elementen Souveränität, Interoperabilität und Nachhaltigkeit teilt sowie die Strategie „Dort wollen wir 2030 digitale Champions sein“ umsetzen möchte, dann ist dieses Papier ein kompakter, guter Wegweiser, um die eigenen Handlungsbedarfe zu ermitteln, zu fokussieren und schrittweise Lösungen zu gestalten und umzusetzen.

Lesen, handeln, Champion werden!

AUTORINNEN UND AUTOREN

Stefan Brock (Hewlett Packard Enterprise) | Dr.-Ing. Sten Grüner (ABB AG Forschungszentrum Deutschland) | Philipp Hagenhoff (Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST) | Christian Hermeling (Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU & Technische Universität Dresden) | Prof. Dr. Martin Hill (Beirat ifm solutions GmbH) | Michael Jochem (Robert Bosch GmbH) | Ted Kroke (JURICITY Rechtsanwälte) | Matthias Lieske (Hitachi Europe GmbH) | Stefan Pollmeier (ESR Pollmeier GmbH Servo-Antriebstechnik) | Tim Schojohann (Cryptar) | Dr. Karsten Schweichhart (Cross Business Architecture Lab e. V.) | Norbert Skala (GRAMMER AG) | Barbara Steffen (METAFrame Technologies GmbH) | Dr.-Ing. Wolfgang Zorn (Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU)

