



## Manufacturing-X

**Denkansätze zum Aufbau und zur Etablierung eines deutschen und europäischen Datenökosystems für das produzierende Gewerbe mit der Ausrüsterindustrie als Nukleus und Multiplikator**

Version 2.0  
Stand 14.09.2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ausgangssituation</b>	<b>3</b>
1.1. Catena-X als Blaupause für Manufacturing-X	3
1.2. Unterschiede zwischen Automobil- und Ausrüsterindustrie	3
1.3. Nutzwerte und Vision „Manufacturing-X“ aus Sicht des Maschinenbaus	5
1.4. Rolle des VDMA für die Ausrüsterindustrie	7
<b>2. Stakeholder/Wertschöpfungsnetzwerk Ausrüsterindustrie</b>	<b>7</b>
2.1. Besonderheiten im Wertschöpfungsnetzwerk Ausrüsterindustrie	8
<b>3. Anforderung an Manufacturing-X aus Sicht Maschinenbau</b>	<b>10</b>
<b>4. Funktionieren der Anwenderseite</b>	<b>13</b>
4.1. Dimensionen der Datenvernetzung	13
4.1.1. Horizontale Dimension	13
4.1.2. Vertikale Dimension	13
4.2. Denkbare Anwendungsfälle für Manufacturing-X	13
4.2.1. Business Partner Management = Unternehmensprofile	14
4.2.2. CO <sub>2</sub> -/ESG-Monitoring = Berichtspflichten	14
4.2.3. EU Data Act = Datenmarktplatz und -logistik	14
4.2.4. Kreislaufwirtschaft = Ressourcen Wiederverwendung	15
4.2.5. Prozessoptimierung	15
4.2.6. Predictive Maintenance = Vorausschauende Wartung	15
4.2.7. Traceability = Lieferkettenmanagement	15
4.2.8. Manufacturing as a Service = Fertigungsdienstleister bei freien Kapazitäten	15
4.2.9. E-Market/Verbesserter Produktkatalog	15
4.2.10. Equipment as a Service = Lizenzierungsgeschäftsmodelle	16
<b>5. Funktionieren der Anbieterseite und des Ökosystems</b>	<b>16</b>
<b>6. Skizzenhafte Funktionsweise des Datenökosystems</b>	<b>19</b>
<b>7. Vorschläge und Anforderungen für ein Förderprogramm</b>	<b>22</b>
<b>8. Phasen bei Manufacturing-X</b>	<b>24</b>
<b>9. Governance-Struktur</b>	<b>25</b>

# 1. Ausgangssituation

## 1.1. Catena-X als Blaupause für Manufacturing-X

Laut Leitungsbeschluss der Plattform Industrie 4.0 am 28.03.2022, soll ein souveräner Datenraum „Manufacturing-X“ mit Catena-X als Blaupause entstehen:

Dem erfolgreichen Beispiel Catena-X folgen und den Aufbau eines Datenraums „Manufacturing-X“ für die Ausrüsterindustrie initiieren.

Schnelle Skalierung des Datenraums durch die Entwicklung von „Plug & Play“-Lösungen und entsprechenden Transferkonzepten zur Integration des Mittelstands.

### Was ist Catena-X?

„Catena-X versteht sich als ein schnell skalierbares erweiterbares Ökosystem, an dem sich alle Teilnehmer der automobilen Wertschöpfungskette gleichermaßen beteiligen können. Das Ziel: Die Bereitstellung einer Umgebung für den Aufbau, Betrieb und die kollaborative Nutzung durchgängiger Datenketten entlang der gesamten automobilen Wertschöpfungskette zu schaffen.“ [<https://catena-x.net/de/>]

### Was soll Manufacturing-X sein?

Der Begriff „Manufacturing“ lässt sich u.a. übersetzen in „die Herstellung“, „die Produktion“, „die Fertigung“ oder „das verarbeitende Gewerbe“. Also jegliches produzierende Gewerbe einschließlich der Automobilindustrie. Die Automobilindustrie leistet mit „Catena-X“ momentan Pionierarbeit mit dem Anwendungsfall Automobilproduktion. Bei Manufacturing-X wird nun jegliches produzierende Gewerbe adressiert. Die Heterogenität reicht bspw. von der Herstellung von Textilfasern, Joghurtbechern, Elektronikbauteilen, Maschinen, Medikamenten, Möbeln, Schokoriegeln und nicht zuletzt auch Autos. Doch wie lässt sich die breitere produzierende Industrie adressieren und welcher Nukleus stellt den größten Hebel für eine breitenwirksame Skalierung von Manufacturing-X über alle produzierenden Industrien dar?

Da nahezu alle Produktionsprozesse auf Maschinen mit Automations- und Softwarelösungen basieren, befindet sich die Ausrüsterindustrie im Zentrum für die Gestaltung eines harmonisierten Manufacturing-X-Datenökosystems sowie für eine breitenwirksame Mobilisierung in alle Wirtschaftszweige des produzierenden Gewerbes hinein, siehe Cover-Abbildung. Daher ist die deutsche Ausrüsterindustrie als Fabrik-ausrüster für die Welt ein wichtiger Startpunkt für Manufacturing-X. Gleichsam sind die Bedingungen und Bedürfnisse aller an Manufacturing-X angeschlossenen Branchen zu berücksichtigen und zu integrieren.

Da die Ausrüsterindustrie den Nukleus für das breite produzierende Gewerbe darstellt, wird die Ausrüsterindustrie im Folgenden näher beleuchtet.

## 1.2. Unterschiede zwischen Automobil- und Ausrüsterindustrie

Bei Catena-X besteht die Kernindustrie aus wenigen Automotive-OEM. Aufgrund der oligopolistischen Marktstruktur reichen drei Unternehmen, um bereits 56 % des Markts abzubilden. Zudem ist die Marktordnung hierarchisch (OEM, Tier 1,2,3) und die Produkt- und Prozessstruktur homogen.

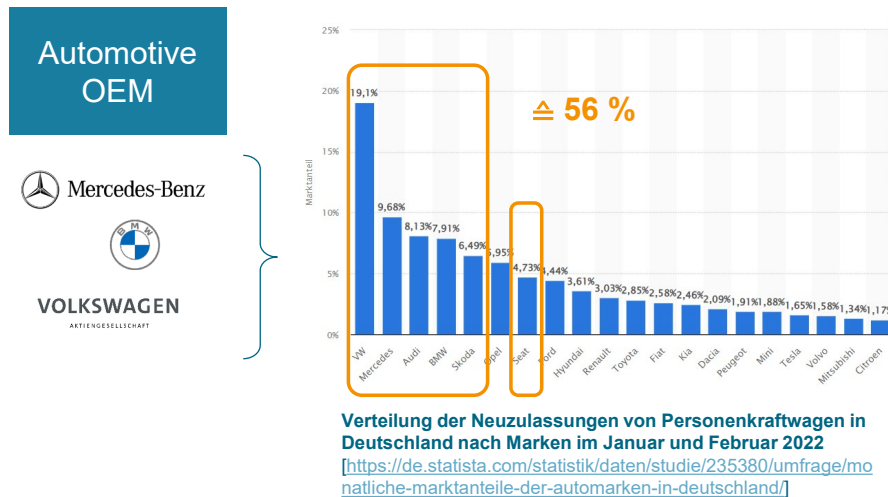


Abbildung 1: Marktstruktur Automotive-OEM

Im Falle von Manufacturing-X herrschen komplett andere Marktverhältnisse. Das produzierende Gewerbe ist Rückgrat unserer Wirtschaft. Darin ist die Ausrüsterindustrie jener Wirtschaftszweig mit der größten industriellen Wertschöpfung in Europa. Neben dieser quantitativen Position ist er wichtigster Technologieintegrator und gleichzeitig „Enabler“ für das produzierende Gewerbe in Gänze.

- Es gibt zigtausende, heterogene Produkte in der Ausrüsterindustrie, bspw. der Kategorien Anlagen, Maschinen, Systeme, Komponenten (inkl. Software) und sonstige Vorzeugnisse.
- OEM sind häufig spezialisierte KMU als Hersteller von Produktionsanlagen und -maschinen.
  - ca. 80.000 Unternehmen im EU-Maschinen- und Anlagenbau, davon ca. 6.700 Unternehmen in Deutschland.
  - Über 95 % der Unternehmen in Deutschland haben weniger als 250 Beschäftigte.
- Zulieferer bzw. Technologieanbieter sind häufig Großunternehmen, die standardisierte Komponenten (bspw. Wälzlager, Getriebemotoren, Linearachsen, Pneumatikventile, Bildverarbeitungssysteme, mithin Komponenten der Automatisierungstechnik etc.) produzieren.
- Es gibt keine hierarchisch (1:n-Beziehung) gegliederte Zuliefererstruktur (OEM, Tier 1,2,3). Die Struktur gleicht einem offenen Wertschöpfungsnetzwerk (m:n-Beziehung) aus individuellen Kunden-Lieferanten-Verhältnissen. Die Komplexität des Wertschöpfungsnetzwerks wird in Kapitel 2.1 verdeutlicht.
- Die Ausrüsterindustrie ist Hersteller von Anlagen, Maschinen und Komponenten sowie gleichzeitig auch Betreiber von Maschinen und Anlagen im Rahmen ihres eigenen Produktionssystems. Somit ist die Ausrüsterindustrie Kunde und Lieferant zugleich, weswegen die Ausrüsterindustrie gleichzeitig in beiden Rollen steckt.

Daher ist die Marktstruktur auf der Kunden- und Technologieseite für ein Manufacturing-X bedeutend variantenreicher und kleinteiliger.

### 1.3. Nutzwerte und Vision „Manufacturing-X“ aus Sicht des Maschinenbaus

Ziel ist es mittels Digitalisierung der Wertschöpfungsketten einen wettbewerbsstarken, resilienten, nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftsraum zu schaffen: Manufacturing-X.

Doch welche Nutzwerte und Chancen gehen mit Manufacturing-X – insbesondere aus Sicht eines KMU – einher? Der Stand der Technik lässt darauf schließen, dass bereits Lösungen existieren, um Datenräume aufzuspannen und eine Interaktion mit berechtigten Nutzern zu ermöglichen. Dennoch existieren bislang keine durchgängigen Datenketten, sondern eher Dateninseln, welche letztlich ein zusammenhängendes Datenökosystem verhindern. Ein zusammenhängendes Datenökosystem bzw. eine Datenlogistik wird benötigt, aufgrund

- der positiven Auswirkungen auf die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit,
- des technologischen Fortschritts durch digitale Mehrwertdienste und Geschäftsmodelle,
- einer Skalierung, der ausgetauschten und damit verarbeitbaren Informationen,
- einer gesteigerten Resilienz der Lieferketten,
- einer Zunahme an regulatorischen Rahmenbedingungen im Wertschöpfungsnetzwerk,
  - insbesondere des Handlungsdrucks in einer Umsetzung des European Data Acts,
- sowie eines systemischen Souveränitätsschutzes für das produzierende Gewerbe in Gänze.

#### Positive Auswirkungen auf die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit

Bei Manufacturing-X geht es um die Vernetzung von unternehmensübergreifenden Dateninseln, ohne die eigene Souveränität zu gefährden. Die Basis ist der interoperable Datenaustausch. Effizienzpotenziale entlang der gesamten Wertschöpfungskette lassen sich durch einen gegenseitig bereichernden Datenaustausch identifizieren und heben. Der Nutzen liegt also in der Standardisierung der datenökonomischen Prozesse und einer damit einhergehenden Aufwandsreduzierung. Dies führt zu mehr Agilität, Geschwindigkeit und eine Fokussierung auf wertschöpfende Prozesse.

#### Technologischer Fortschritt durch digitale Mehrwertdienste und Geschäftsmodelle

Neben der Effizienzsteigerung ergeben sich durch einen interoperablen Datenaustausch aus heterogenen Quellen entlang der gesamten Wertschöpfungskette neue Chancenpotenziale zur Entwicklung und Umsetzung neuer digitaler Mehrwertdienste und Geschäftsmodelle. Über allem steht die Frage, welchen Nutzen ein Datenaustausch für beide Seiten erzeugt, sowohl auf Seiten des Datenerzeugers als auch auf Seiten des Datennutzungsberechtigten. Nur wenn eine Win-win-Situation auf beiden Seiten vorliegt, können neue Wertschöpfungspotenziale ausgeschöpft werden, was zu einer beidseitig gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit führt.

Das Ganze ist größer als die Summe seiner Teile. Anwendungsfälle wie bspw. Kreislaufwirtschaft, Resilienz in den Lieferketten, Datenhandel, Berichtspflichten entlang des Wertschöpfungsnetzwerks und service-orientierte Geschäftsmodelle stellen Nutzenpotenziale dar, die nicht mehr einzeln gehoben werden können.

## Skalierung der ausgetauschten und damit verarbeitbaren Informationen

Informationen werden in der heutigen industriellen Praxis nur in nötigen Umfängen bereitgestellt. Daher werden die heute und zukünftig vorhandenen technischen Möglichkeiten nur unzureichend genutzt und eine breitenwirksame Skalierung der Informationsbereitstellung und -nutzung bleibt aus. Der Bedarf eines Vertrauensraums zum skalierbaren Austausch von Informationen besteht entlang des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks. Ein Regelwerk, welches sowohl technische Prozesse als auch rechtliche Fragestellungen und ökonomische Bedarfe gleichermaßen beschreibt, wird die Bereitschaft zum Informationsaustausch zwischen Teilnehmern im Vertrauensraum signifikant steigern.

Der Datenraum muss ein Vertrauensraum für tausende von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes werden.

## Zunahme an regulatorischen Rahmenbedingungen entlang der Lieferkette

Die Europäische Kommission schafft Fakten. Die folgenden Regulierungsvorhaben lassen sich ohne integrierter Datenkette kaum noch wirtschaftlich umsetzen:

- ESG (Environmental Social Governance)
- EU Data Act
- Digital Product Passport

Bspw. wird mit dem EU Data Act ein neuer Markt der Datenökonomie geschaffen, der Erzeuger von Maschinendaten dazu verpflichtet, unter „fairen Bedingungen“ berechtigten Dritten an den Daten teilhaben zu lassen. Aber auch in Sachen Lieferkettengesetz/ESG oder beim Digitalen Produktpass entstehen neue Pflichten, die ohne Ordnungsrahmen, Rechtssicherheit und Vertrauensraum kaum noch zu bewerkstelligen sind – insbesondere für den industriellen Mittelstand.

## Systemischer Souveränitätsschutz für das produzierende Gewerbe

Aus der Vergangenheit wissen wir, dass zentrale Plattformen erfolgreich im Markt etabliert werden konnten, bspw. Handelsmarktplätze, Streaming-Plattformen, Taxiservices, Reiseportale und vieles mehr. Auch in der Ausrüsterindustrie zieht dieser Ansatz Kreise, wie bspw. mit Lohnfertigungsplattformen. Der Nachteil an zentralen Plattformen für das produzierende Gewerbe ist, dass damit eine Trennung von der Kundenschnittstelle einhergeht sowie Abhängigkeiten und Wettbewerbsnachteile entstehen und letztlich die eigene Souveränität im Markt schwindet. Aufgrund des oben geschilderten Bedarfs könnten zentrale Plattformen mit monopolistischen oder oligopolistischen Strukturen entstehen, welche die Äste des produzierenden Gewerbes allmählich in eine Abhängigkeit führen.

Manufacturing-X bildet einen Gegenentwurf zu den zentralistischen und disruptiven Plattformgeschäftsmodellen, da hierbei ein föderativer Ansatz vorliegt, welcher die Souveränität und Eigenbestimmtheit der Marktteilnehmer ohne Zentralplattform bewahrt. Dieser föderative Gegenentwurf wäre der einmalige Versuch einen systemischen Souveränitätsschutz für das produzierende Gewerbe inklusive der Ausrüsterindustrie zu etablieren, um somit die Industrie zu befähigen, gegenüber zentralen Plattformangeboten wettbewerbsfähig zu bleiben. Hierbei ist ein starkes Miteinander mit der Automobilindustrie und anderen Industrien für ein Kräftebündeln des produzierenden Gewerbes gefragt, da sogar die größten Marktteilnehmer zu klein sind, um das Thema allein zu stemmen. Dieser Ansatz gelingt nur, wenn möglichst viele mitmachen, insbesondere die Mehrheit der KMU. Auf diese Weise würde das produzierende Gewerbe widerstandsfähiger werden und es könnte sich Handlungskompetenz bewahren. Manufacturing-X erzeugt sowohl für das einzelne KMU-Unternehmen auf mikroökonomischer Ebene als auch in der Summe tausender Unternehmen auf makroökonomischer Ebene Souveränität für unsere Volkswirtschaft.

## 1.4. Rolle des VDMA für die Ausrüsterindustrie

Der Maschinen- und Anlagenbau ist neben der Elektro- und Digitalindustrie eine wichtige Schlüsselindustrie als Fabrikausrüster für das produzierende Gewerbe. Der VDMA ist der global führende Verband des Maschinen- und Anlagenbaus und möchte mit seinem Manufacturing-X-Engagement den Grundstein zum Aufbau eines global führenden Ökosystems einer intelligent vernetzten Produktion legen. Eine Fortsetzung der erfolgreichen Industrie 4.0-Bewegung ist Basis für eine starke Position der deutschen und europäischen Industrie in den IIoT-Welten der Zukunft.

Domänenwissen liefert die notwendige Basis für den Aufbau nachhaltiger Prozessstrukturen und das Gelingen eines funktionierenden Datenökosystems, letztlich für den Erfolg von Manufacturing-X. Der VDMA ist Hauptorchestrator eines immensen Domänenwissens und Sprachrohr des deutschen und europäischen Maschinen- und Anlagenbaus. Der VDMA besitzt eine repräsentative Marktrepräsentanz in puncto Breite (3.500 Mitgliedsunternehmen in ca. 100 Branchen und Teilbranchen des Maschinenbau- und Anlagenbaus werden vertreten) und Tiefe (OEM-Hersteller von Produktionsmitteln, Technologieanbieter, etc.) für die Ausrüsterindustrie und kann die notwendigen Synergien im Aufbau eines breitgetragenen Datenökosystems aus dem Stand heben sowie Skalierungsfähigkeit und Impact realisieren. Die Vernetzung des VDMA in nationale, europäische und internationale Standardisierungsprozesse und die Einbindung in die analogen Politik- und Gesetzgebungsprozesse sind ebenso erfolgskritisch, wie die breitenwirksame Mobilisierung der Ausrüsterindustrie.

Der VDMA möchte chancenorientiert „Manufacturing-X“ mitgestalten, und zwar von Beginn an und nach dem Motto „Form follows Function“. Zuerst muss in den Kernindustrien „Manufacturing“ mit dem Nukleus „Ausrüsterindustrie“ definiert werden, wie ein „Manufacturing-X“ beschaffen ("Function“) sein sollte und erst dann kommt die Umsetzung („Form“) ins Spiel. Der VDMA ist bereit und sieht sich in der Verantwortung die entstehende Manufacturing-X-Bewegung und -Community federführend mitzugestalten.

## 2. Stakeholder/Wertschöpfungsnetzwerk Ausrüsterindustrie

Die unterschiedlichsten Stakeholder (bzw. Domänen, Branchen, Industrien, Produktklassen) sind Bestandteil des produzierenden Gewerbes:

Produzierende Unternehmen (Produzierendes Gewerbe in Gänze)

- Automobilhersteller
- Pharmahersteller
- Ernährungsindustrie
- Elektrotechnische Industrie
- Chemische Industrie
- Medizintechnik
- Flugzeughersteller
- Viele weitere produzierende Branchen

Hersteller von Produktionsmitteln (Ausrüsterindustrie)

- Anlagenhersteller
- Maschinenhersteller
- Hersteller mobiler Arbeitsmaschinen

#### Technologie- und Lösungsanbieter für Produktionsmittelhersteller (Ausrüsterindustrie)

- Automatisierungstechnikhersteller
- Antriebstechnikhersteller
- Fluidtechnikhersteller
- Softwarehersteller
- Halbleiterindustrie
- Weitere Technologiehersteller

#### Vorzeugnis- und Rohstoffhersteller

- Schüttguthersteller
- Materialhersteller
- Weitere Vorzeugnis- und Rohstoffhersteller

#### Dienstleister

- Systemintegratoren
- Engineering
- Leasinggeber
- Support
- Wartung
- Entsorgung
- Logistik
- Weitere Dienstleistungsgeschäftsmodelle

## 2.1. Besonderheiten im Wertschöpfungsnetzwerk Ausrüsterindustrie

In [Abbildung 2](#) ist ein typisches Wertschöpfungsnetzwerk dargestellt. Beispielhaft produziert ein Werkzeugmaschinenhersteller Fräsmaschinen, die rekursiv seinem eigenen Zulieferer als Betriebsmittel dienen. Gleichzeitig verzweigen sich die Produktströme von Komponenten- und Lösungszulieferern in die gesamte Breite des Maschinen- und Anlagenbaus, wie bspw. bei einem Motorenhersteller, dessen Motoren sowohl eine Fräsmaschine als auch eine Textilmaschine antreiben.



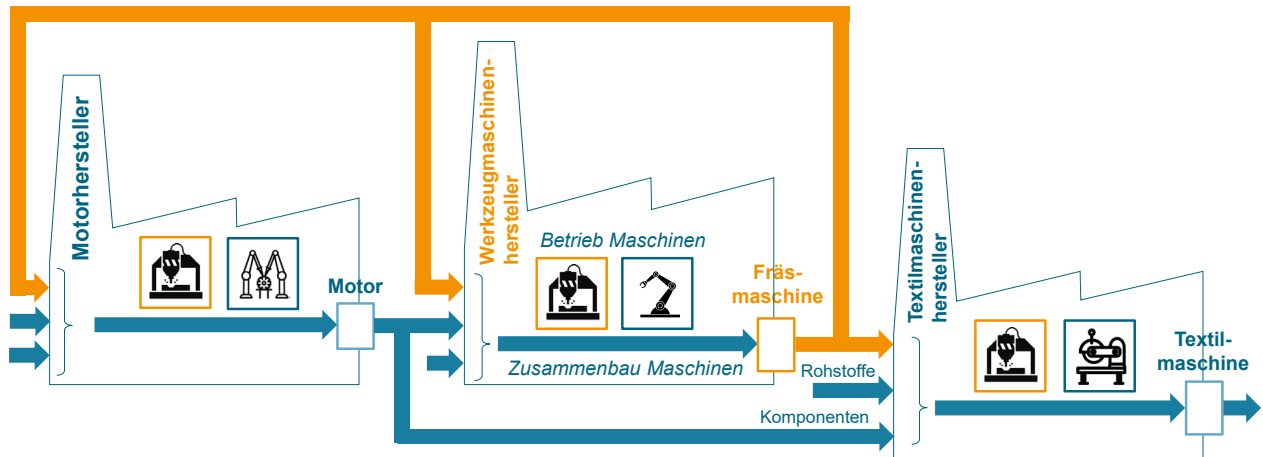


Abbildung 2: Rekursives und verzweigendes m:n-Wertschöpfungsnetzwerk in der Ausrüsterindustrie

Manufacturing-X soll eine kollaborative Nutzung durchgängiger Datenketten ermöglichen. Hierbei stellt sich die Frage, von wem und wo die Daten erzeugt, gespeichert, verarbeitet und zur Verfügung gestellt werden. Dies ist nicht eindeutig in der Ausrüsterindustrie und weicht teilweise von den Besitz- und Betreiberverhältnissen ab, wie in [Abbildung 3](#) gezeigt.

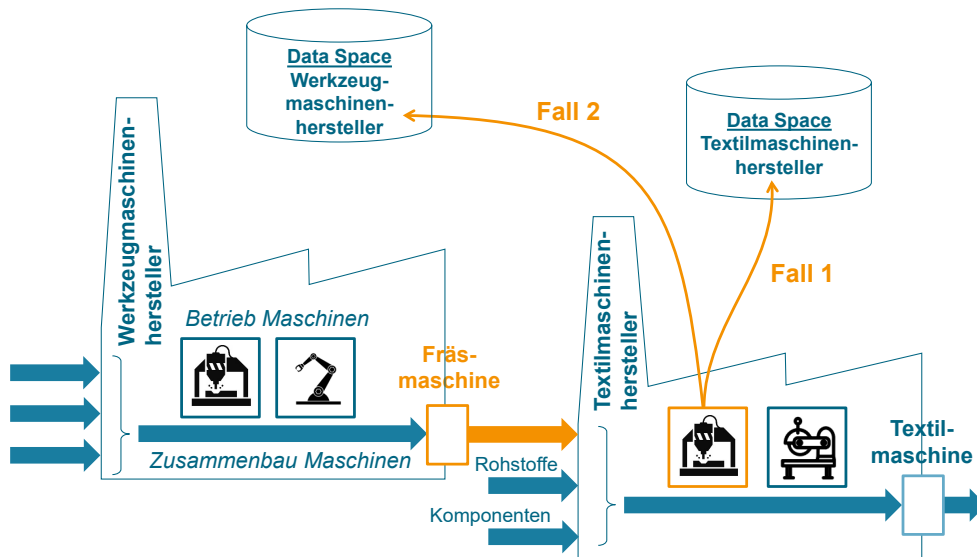


Abbildung 3: Fälle, in denen Maschinendaten aus dem Betrieb gespeichert werden

Wie in [Abbildung 3](#) zu sehen, liefert ein Werkzeugmaschinenhersteller eine Fräsmaschine an einen Textilmaschinenhersteller. Somit liegen folgende Rollen im Kunden-Lieferanten-Verhältnis vor:

- Werkzeugmaschinenhersteller = Hersteller
- Textilmaschinenhersteller = Besitzer + Betreiber

Jedoch gibt es keine eindeutige Zuordnung, wo die Daten im Betrieb einer Maschine gesammelt, gespeichert und verarbeitet werden. Folgende Fälle sind möglich:

- Fall 1: Betreiber speichert und verarbeitet die Daten in seinem Data Space
- Fall 2: Hersteller speichert und verarbeitet die Daten in seinem Data Space

Darüber hinaus gibt es noch weitere Fälle, die nicht in [Abbildung 3](#) dargestellt sind:

- Fall 3: Technologiezulieferer einer Komponente innerhalb des Betriebsmittels speichert und verarbeitet die Daten in seinem Data Space
- Fall 4: Die Daten werden an einen Dritten weitergeleitet, gespeichert und verarbeitet

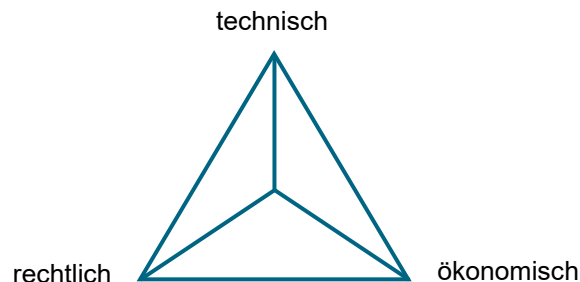
Die in der Ausrüsterindustrie rekursiven und verzweigten m:n-Wertschöpfungsnetzwerke, das simultane Rollenverständnis unter den Wertschöpfungspartnern sowie die Fälle 1 - 4, wo die Daten gespeichert sind, müssen durch Manufacturing-X „by-design“ berücksichtigt werden.

### 3. Anforderung an Manufacturing-X aus Sicht Maschinenbau

Viele Unternehmen haben angesichts disruptiver B2C-Beispiele der Plattformökonomie nur eine geringe Bereitschaft, in solchen Datenräumen ihr Domänenwissen einzubringen bzw. ihre souveräne Position in der Wertschöpfungskette zu schwächen. Der weitestgehend KMU-strukturierte Maschinen- und Anlagenbau besteht aus Unternehmen mit stark fokussiertem Produktangebot. Das Geschäftsmodell bewegt sich häufig in einer technologischen Nische. Manche Unternehmen haben regelrecht Angst, dass ihr Nischendomänenwissen gläsern wird und infolgedessen austauschbar. Oder, dass man einem steigenden Wettbewerbsdruck in der Wertschöpfungskette ausgesetzt wird, weil die Kundenschnittstelle verloren geht.

Daher sind Vertrauen und Souveränität zentrale Themen und erfolgsentscheidende Kriterien bei Manufacturing-X. Hier sei betont, dass in diesem variantenreichen und kleinteiligen Markt die basisdemokratischen, etablierten und breitenwirksamen Vertrauensräume der Verbände die notwendige Vertrauensbasis für eine breite Akzeptanz und Anwendung von Manufacturing-X für die Ausrüsterindustrie im Nukleus des produzierenden Gewerbes bieten. Die These ist, dass der Aufbau eines akzeptierten Manufacturing-X-Ökosystems dem Dreiklang „Datenraum = Vertrauensraum = Verbandsraum“ folgt.

Um erfolgreich ein solches Ökosystem aufbauen zu können, muss die starke Heterogenität der Produkte und Prozesse wie ein Mosaik aus passenden Bausteinen ein Gesamtbild Manufacturing-X ergeben. Entscheidend wird sein, dass die folgenden elf Anforderungen stets aus den drei wesentlichen Perspektiven (technisch, ökonomisch und rechtlich, siehe [Abbildung 4](#)) unter Berücksichtigungen der gegenseitigen Zusammenhänge betrachtet und erfüllt werden.



*Abbildung 4: Anforderungsperspektiven für Manufacturing-X*

1. Benutzerfreundlich/KMU-tauglich/nutzenstiftend:
  - Manufacturing-X muss nutzenstiftende Use Cases („Killerapplikationen“) abdecken, die ohne Datenökosystem nicht wirtschaftlich möglich wären.
2. Manufacturing-X gibt einen Compliance- und Rechtsrahmen:
  - Ein Repository/Datenraum für herstellerübergreifende Daten
  - Authentifizierung und selbstbestimmte Zugriffsverwaltung
  - Smart Contracts und Marktplatz für Daten
  - Kartellrechtlich abgesicherter Datenaustausch
  - Schutz von Geschäftsgeheimnissen/geistigem Eigentum
  - Praxisnahe Umsetzung der Anforderungen des EU Data Acts
3. Vertrauenswürdigen, sicheres und faires Datenökosystem:
  - Kein Missbrauch der Daten.
  - Größtmögliche Security bzw. Widerstandsfähigkeit gegen Hackerangriffe. Dies beinhaltet neben der Angriffsabwehr auch die schnelle Wiederverfügbarkeit bei erfolgreichen Angriffen.
4. Souveränitätsbewahrend:
  - Über die eigenen Daten kann souverän mittels individueller Verträge und Vereinbarungen verfügt werden.
  - Es gibt keine Zwänge.
5. Auf bereits bestehenden Standards basierend/Verwendung von „Gleichteilen“:
  - Catena-X als Blaupause  
<https://catena-x.net/de/>
  - GAIA-X  
<https://gaia-x.eu/>
  - IDSA (International Data Spaces)/EDC (Eclipse Dataspace Connector)  
<https://internationaldataspaces.org/>
  - AAS (Asset Administration Shell)/IDTA  
<https://industrialdigitaltwin.org/>
  - GPL (Global Production Language) basierend auf OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) und der Umsetzungsinitiative umati  
<https://vdma.org/weltsprache-der-produktion>

6. Manufacturing-X muss skalieren:
  - Erst dann entsteht ein positiver Netzwerkeffekt und der volle Nutzen von Manufacturing-X entfaltet sich.
  - Ansonsten bleibt es bei einer heterogenen Systemlandschaft mit nicht-interoperablen Dateninseln.
7. Keine monolithische, zentrale Plattform – stattdessen ein föderatives Datenökosystem:
  - Keine Datensammlung in einer monolithischen, zentralen Plattform. Daher soll es auch keinen zentralen Plattformbetreiber geben und die Datenökonomie von niemanden dominiert werden.
  - Jedes Unternehmen hat seinen eigenen souveränen Datenraum, welcher föderativ mit dem Gesamtnetzwerk Manufacturing-X interagiert.
  - Quasi die eigene „Datenschatzkiste“, bei der das Unternehmen selbst entscheiden kann, wer welche Schlüssel für welche Daten zu welchen Konditionen bekommt.
8. Keine Monopolbildung/wettbewerbsfördernd auf allen Seiten:
  - Das Datenökosystem Manufacturing-X soll der Nährboden für neue Geschäftsmodelle und ein Wettbewerb der Ideen sein.
  - Kein Beteiligter im Ökosystem hat eine exponierte Rolle und jeder hat die gleiche Chance, sein Geschäftsmodell im Zusammenhang mit Manufacturing-X zu etablieren.
9. Anbieter- und Anwendermarkt müssen bei Manufacturing-X funktionieren:
  - Auf beiden Seiten (Erläuterung siehe unten) müssen sich tragfähige Datenökosystemstrukturen und Geschäftsmodelle entwickeln.
10. Interoperabilität der Datenraum-Ökosysteme untereinander/Sektorenkopplung
  - Manufacturing-X soll nicht als geschlossenes System betrachtet werden. Eine Durchlässigkeit zu Datenräumen verschiedener Domänen, bspw. zu Catena-X, muss technisch, rechtlich und ökonomisch möglich sein.
11. Manufacturing-X muss schnell einsetzbar und umsetzbar sein
  - Mit der Entwicklung von Manufacturing-X muss zügig begonnen werden.
  - Die Nutzung von Manufacturing-X muss schnell, ggf. bereits während seiner Entwicklung, möglich sein.

Mit Anwenderseite sind die Nutzer bzw. Anwender von Manufacturing-X gemeint. Also im Allgemeinen sind es Unternehmen des produzierenden Gewerbes, darunter insbesondere die Ausrüsterindustrie, die Manufacturing-X in Zukunft anwenden sollen.

Konträr dazu meint Anbieterseite jene Akteure, die Manufacturing-X-Bausteine anbieten, damit Unternehmen der Ausrüsterindustrie Manufacturing-X anwenden können, bspw. das Basisframework oder Use Cases/Business Applications/Services.

## 4. Funktionieren der Anwenderseite

Damit eine funktionierende Anwenderseite entsteht, muss schlicht und ergreifend Nachfrage seitens des produzierenden Gewerbes an Manufacturing-X existieren. Damit Nachfrage entsteht, sind die folgenden Aspekte wesentlich:

- Benutzerfreundlichkeit und attraktive Use Cases/Business Applications/Services
  - Respektive Anforderungen 1 und 2
  - Siehe hierzu Kapitel 4 (dieses Kapitel)
- Vertrauen gegenüber der Anbieterseite
  - Respektive Anforderungen 3, 4, 7 und 8
  - Siehe hierzu Kapitel 5 (nächstes Kapitel)

### 4.1. Dimensionen der Datenvernetzung

Grundsätzlich adressiert Manufacturing-X sowohl die „horizontale“ als auch die „vertikale“ Dimension bei der Vernetzung von Wertschöpfungsnetzwerken entlang der Lieferkette.

#### 4.1.1. Horizontale Dimension

Produzenten integrieren Vorprodukte von Zulieferern in ihre Endprodukte. Informationen, die entlang der Lieferkette, von Zulieferer zu Zulieferer bis hin zum Endprodukthersteller verkettet werden müssen, beziehen sich auf Anwendungsfälle der horizontalen Dimension. Damit einher gehen Anwendungsfälle zur Erfüllung von Berichtspflichten entlang der Lieferkette (bspw. ESG, CO<sub>2</sub> usw.). Darüber hinaus sind weitere Informationsverkettungen von nutzenstiftender Bedeutung, wie z.B. die Verfügbarkeit von Teilen oder Fertigungskapazitäten. Catena-X fokussiert hauptsächlich auf die horizontale Dimension.

#### 4.1.2. Vertikale Dimension

Manufacturing-X erweitert Catena-X sowohl durch die Ergänzung der vertikalen Dimension als auch durch die Adressierung des produzierenden Gewerbes in Gänze. Die vertikale Dimension fokussiert den Informationsaustausch zwischen Produktionsmittelanwendern (das produzierende Gewerbe im Allgemeinen) zu den Produktionsmittelherstellern (der Ausrüsterindustrie im Speziellen, die selbst eine Untermenge des produzierenden Gewerbes ist). Durch diese vertikale Komponente werden neue datenbasierte Geschäftsmodelle und Produktionsoptimierungen möglich.

Im Folgenden soll diskutiert werden, welche Use Cases/Business Applications/Services für die Ausrüsterindustrie potenziell attraktiv sein könnten.

### 4.2. Denkbare Anwendungsfälle für Manufacturing-X

Im Folgenden werden Use Cases/Business Applications/Services zu Anwendungsfällen synonym verwendet. Gemeint sind Manufacturing-X-Anwendungsfälle, die nur mithilfe eines kollaborativen Datenökosystem und nicht mehr einzeln behandelt werden können. Folgende Anwendungsfälle als Diskussionsgrundlage – teilweise in Anlehnung an Catena-X – könnten potenziell attraktiv für den Maschinen- und Anlagenbau und das produzierende Gewerbe sein. Die möglichen Anwendungsfälle lassen sich folgendermaßen kategorisieren und einige werden nachfolgend beispielhaft beschrieben.

Kategorie	Vertikal / Horizontal	Mögliche Anwendungsfälle
Basisanwendung	Horizontal	Business Partner Management
Services zur Erfüllung regulatorischer Anforderungen	Horizontal/Vertikal	CO <sub>2</sub> - und ESG-Monitoring (Environmental Social Governance)
	Vertikal	EU Data Act
Zusatzservices für neue Chancen und Geschäftsmodelle	Horizontal	Kreislaufwirtschaft
	Horizontal/Vertikal	Prozessoptimierung
	Vertikal	Predictive Maintenance
	Horizontal	Traceability
	Vertikal	Manufacturing as a Service
	Horizontal/Vertikal	Demand & Capacity Management
	Horizontal	E-Market/Verbesserter Produktkatalog
	Vertikal	Kollaboratives Engineering
	Vertikal	Equipment as a Service

*Tabelle 1: Kategorien und mögliche Anwendungsfälle für Manufacturing-X*

#### 4.2.1. Business Partner Management = Unternehmensprofile

Diese Basisfunktionalität liefert die Grundlage zur Authentifizierung und Teilhabe am Manufacturing-X-Netzwerk. Jedes Unternehmen (bzw. jede unternehmerische Rechtsperson) kann ein Businesspartner-Profil haben. Auch für steuerliche Fragestellungen muss klar abgegrenzt werden, welches Unternehmen mit welchem interagiert und ggf. Geschäfte macht. Anhand solch einer Basisfunktionalität könnten über eine Suchmaske Businesspartner mit den jeweils angebotenen Services gefunden werden.

#### 4.2.2. CO<sub>2</sub>-/ESG-Monitoring = Berichtspflichten

Es kommen immer mehr Berichtspflichten auf die Hersteller von Produkten zu. Beispiele sind das Lieferkettengesetz und der PCF (Product Carbon Footprint). Jene Berichtspflichten erstrecken sich entlang der Wertschöpfungskette und bedingen daher eine durchgängige Datenkette. Beispielsweise könnten auch die Ausweisung gefährlicher Stoffe, das Aufführen von Herstellerinformationen, der Entfall von Papierdokumentation sowie (zukünftig) die Ausführung des Digitalen Produktpasses nützlich oder erforderlich sein.

#### 4.2.3. EU Data Act = Datenmarktplatz und -logistik

Bislang existiert der EU Data Act als Entwurf für eine neue EU-Verordnung, die eine umfangreiche Regelung für die Datenwirtschaft beinhaltet. Im Kern geht es um eine Neuordnung der rechtlichen Rahmenbedingungen des Datenzugangs und der Datennutzung in Wertschöpfungsketten sowie um ein Verbot unfairer Vertragsklauseln in standardisierten Datenlizenzverträgen. Da diese EU-Verordnung bei Inkrafttreten in ca. 2 Jahren unmittelbar rechtliche Wirkung entfaltet, benötigt das produzierende Gewerbe inkl. der Ausrüsterindustrie einen geordneten Handlungs- und Rechtsrahmen, also eine effiziente, sichere und vertrauensvolle Datenlogistik. Denkbar ist ein Datenmarktplatz bzw. ein Datenhandel oder eine Datenbörse. Aber stets nach dem Credo, dass jeder Herr über seine eigenen Daten ist und im gesetzlichen Rahmen sowie nach marktwirtschaftlichen Prinzipien selbst entscheiden kann, zu welchen Konditionen Daten ausgetauscht werden, soweit dies nach dem Data Act zulässig ist.

#### **4.2.4. Kreislaufwirtschaft = Ressourcen Wiederverwendung**

Am Ende der Produktnutzungsphase könnte ein Verwerter einen QR-Code der zu verwertenden Komponente abscannen. Der QR-Code referenziert auf das Manufacturing-X des Herstellers, der bspw. in ein Kreislaufwirtschaftsservice eingebunden ist. Über diesen Service erhält der Verwerter die Information, dass es sich hierbei um eine Kreislaufzyklus-Komponente handelt. Der Verwerter sendet das Produkt an den Hersteller zurück, der Rücksendevorgang wird über Manufacturing-X getrackt. Der Hersteller führt ggf. ein „Refurbishment“ durch und kann die Gebrauchtkomponente erneut verkaufen. Alternativ kann die gebrauchte Komponente einem Gebrauchtkomponentenmarktplatz zufließen.

#### **4.2.5. Prozessoptimierung**

Daten werden bereits heute zur Prozessoptimierung verwendet. Durch die Nutzung einer größeren Datenbasis aus heterogeneren Quellen können demnach weitere Optimierungsmöglichkeiten identifiziert und umgesetzt werden. KI-Anwendungsfälle stehen hierbei im Fokus. Unter Prozessoptimierung fällt auch beispielsweise „Production Balancing“, also das Ausbalancieren der einzelnen Wertschöpfungspartner auf das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk.

#### **4.2.6. Predictive Maintenance = Vorausschauende Wartung**

Dieser Anwendungsfall betrifft die Interaktion zwischen dem Betreiber eines Betriebsmittels und dem Instandhalter, wenn dieser nicht Teil des Betreiberunternehmens ist. Der Instandhalter kann der Hersteller des Betriebsmittels sein oder ein Instandhaltungsunternehmen. In beiden Fällen müssen Zustandsinformationen des Betriebsmittels übermittelt werden, um zu antizipieren und zu planen, wann ein Wartungseinsatz sinnvoll ist.

#### **4.2.7. Traceability = Lieferkettenmanagement**

Hierunter kann man sich unternehmensübergreifende Materialflüsse vorstellen und eine Teilennachverfolgbarkeit in Gänze. Über einen derartigen Manufacturing-X-Service könnte der Bestellvorgang inkl. Lieferstatus verwaltet werden. Bei fehlerhaften Chargen wüsste der Hersteller, wo jene Komponenten verbaut sind, und könnten die Betreiber informieren (Stichwort „Rückrufaktion“). Zusätzlich würde die Resilienz in den Lieferketten gesteigert werden.

#### **4.2.8. Manufacturing as a Service = Fertigungsdienstleister bei freien Kapazitäten**

Die meisten Hersteller haben eigene Fertigungssysteme. Nicht immer sind diese ausgelastet. Über eine „Manufacturing-as-Service“-Applikation im Rahmen von Manufacturing-X könnte der Betreiber von Fertigungsstätten sein Fertigungssystem als Service gegenüber Dritten anbieten.

#### **4.2.9. E-Market/Verbesserter Produktkatalog**

Je nach Bedarf des Anwenders kann auch ein Onlineproduktkatalog denkbar sein. Beim Einkauf beginnt der Produktlebenszyklus eines Produkts seitens des Herstellers, indem aus einer entwickelten Produktklasse eine Produktinstanz hergestellt wird. Daher wäre es im Sinne durchgängiger Datenketten sinnvoll, dass bereits Services in dieser frühen Phase der unternehmensübergreifenden Interaktion existieren. Durch Vorliegen produktbezogener Daten könnten Produktkataloge mit weiteren Informationen zu den jeweiligen Produkten angereichert werden. Dabei sind beispielsweise Informationen zum CO<sub>2</sub>-Footprint oder Implementierung von Standards wie OPC UA oder AAS auf dem Produkt als solches, aber auch bezüglich seiner Komponenten und Bauteile denkbar.

#### 4.2.10. Equipment as a Service = Lizenzierungsgeschäftsmodelle

Teilweise verlagern sich Geschäftsmodelle von einem einmaligen Verkauf von Produkten zu sog. Produkt-Service-Systemen. Hier sind Nutzer von Produktionsmitteln nicht Besitzer, sondern bekommen diese zur Nutzung lizenziert. Dies hat Vorteile auf beiden Seiten. Der Nutzer hat kein hohes Anfangsinvestment und mehr Flexibilität. Der Hersteller oder Anbieter eines solchen Services hat eine kontinuierliche Einkommensquelle. Solche Pay-per-Use-Geschäftsmodelle bedingen, dass Besitzer der Produktionsmittel Daten über die aktuellen Zustände erheben und auswerten können, da diese eine ausfallfreie Nutzung gewährleisten müssen und Wartungen vorausschauend geplant und durchgeführt werden sollten. Ein solcher unternehmensübergreifender Datenaustausch könnte über einen Manufacturing-X-Service erfolgen.

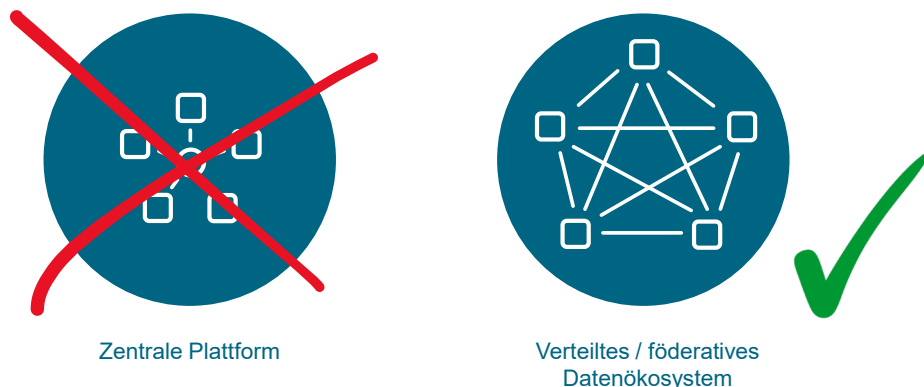
## 5. Funktionieren der Anbieterseite und des Ökosystems

Neben einer funktionierenden Anwenderseite muss eine funktionierende Anbieterseite existieren, damit Manufacturing-X für beide Seiten langfristig eine Win-win-Situation erzeugt.

Damit Manufacturing-X vom Markt angenommen wird, sind die konstituierenden Anforderungen seitens der Nachfrageseite nach der Beschaffenheit des Anbietermarktes und der Systemarchitektur essenziell:

- Anforderung 3: Vertrauenswürdigen, sicheres und faires Datenökosystem
- Anforderung 4: Souveränitätsbewahrend
- Anforderung 7: Keine zentrale Plattform/Föderatives Datenökosystem
- Anforderung 8: Keine Monopolbildung/wettbewerbsfördernd auf allen Seiten

Diese Anforderungen determinieren bereits die Systemarchitektur von Manufacturing-X und weisen auf ein verteiltes/föderatives Datenökosystem hin, siehe [Abbildung 5](#).



*Abbildung 5: Verteiltes/föderatives Datenökosystem anstatt einer zentralen Plattform*

Somit betreibt jedes Unternehmen seinen eigenen Datenraum als föderativer Bestandteil des Gesamtökosystems Manufacturing-X. Der Anwender benötigt eine benutzerfreundliche Lösung für seinen Datenraum.



Es bedarf jede Menge an Entwicklungen und Initiativen zum Entstehen eines funktionierenden Datenökosystems Manufacturing-X. Im Folgenden werden auf einem hohen Abstraktionsgrad die prinzipiellen Elemente beschrieben, damit ein funktionierendes Datenökosystem Manufacturing-X angeboten werden kann.

### Es bedarf Anbieter für Cloud-Infrastrukturen

Wie in [Abbildung 6](#) gezeigt können Unternehmen sich entweder eine private Cloud-Infrastruktur aufbauen oder die Infrastruktur eines Cloud-Anbieters nutzen.

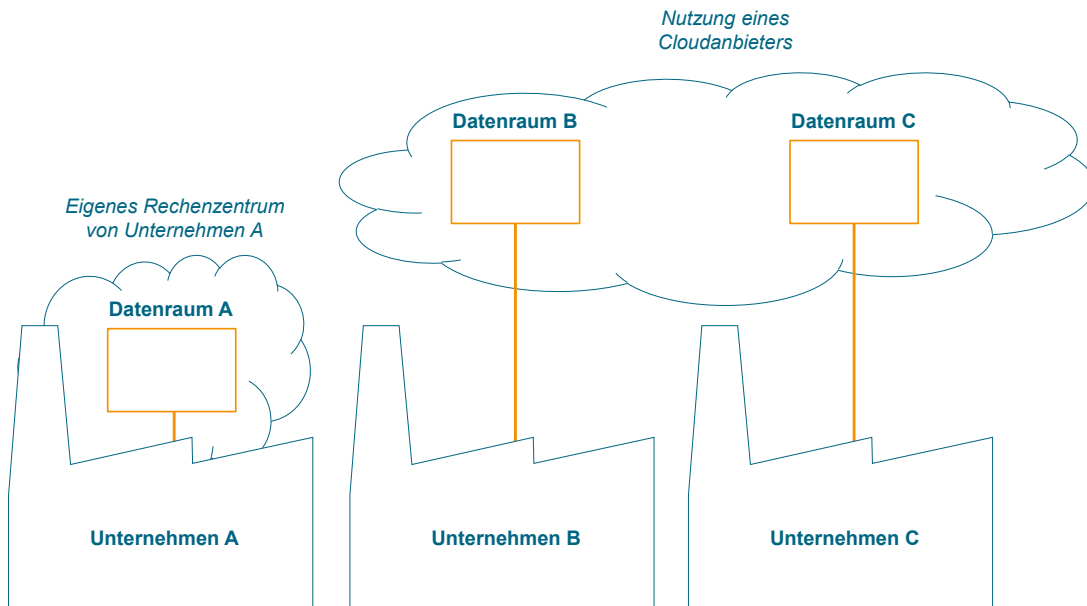


Abbildung 6: Unternehmen haben ihren eigenen Datenraum

### Es bedarf Anbieter für Manufacturing-X-Gateways

Es sollte ein einheitliches Basisframework/MX-Kernel/Systemarchitektur im Rahmen eines öffentlich geförderten Förderprogramms entwickelt und die Ergebnisse sollten der Öffentlichkeit nach Open-Source-Prinzipien zur Verfügung gestellt werden. Catena-X kann hierbei als Blaupause dienen, da Catena-X ebenfalls als verteiltes/föderatives Datenökosystem ausgelegt ist. Auf Basis der Ergebnisse soll es auch nicht am Förderprogramm beteiligten Unternehmen möglich sein, Manufacturing-X-Gateways (Anschlüsse an das Manufacturing-X-Netzwerk) auf Basis der einheitlichen Systemarchitektur anzubieten, sodass Wettbewerb am Anbietermarkt für Manufacturing-X-Anschlüsse entsteht. In [Abbildung 7](#) befindet sich eine rudimentäre Darstellung der prinzipiellen Komponenten eines Manufacturing-X-Frameworks.

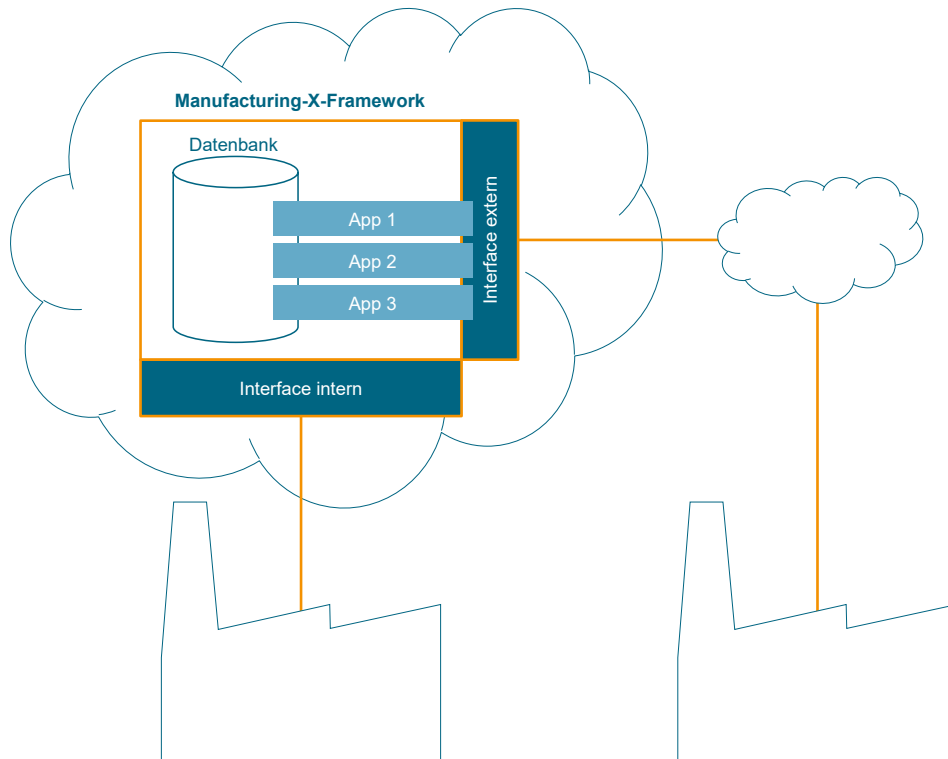


Abbildung 7: Rudimentäre Darstellung eines Manufacturing-X-Frameworks

### Es bedarf Anbieter für Use Cases/Business Applications/Services

Die möglichen Anwendungsfälle respektive Business Applications sind bereits in Kapitel 4.2 diskutiert worden. Eine Grundmenge an Business Applications kann ebenfalls im Rahmen eines öffentlich geförderten Förderprogramms und unter Nutzung von Open-Source-Prinzipien entwickelt werden.

Darüber hinaus muss es möglich sein, dass es einen freien Markt für Anbieter weiterer Anwendungen gibt. Diese können, müssen aber nicht, Open-Source-Entwicklungen sein. Für neue Anwendungen müssen teilweise Schnittstellen zwischen Maschinen (inklusive deren intelligenten Komponenten) und der Manufacturing-X-Anwendung entwickelt werden. Diese sollen auf existierenden Standards basieren.

### Es bedarf App-Marktplätze nach einem einheitlichen Betriebsmodell

Für den freien Markt an App-Entwicklungen sollte es App-Marktplätze nach einem einheitlichen Betriebsmodell geben, worüber zertifizierte Business Applications bezogen werden können.

### Es bedarf ggf. Anbieter von Suchmaschinen für Manufacturing-X-Services

Wenn jeder seinen eigenen Datenraum betreibt, ist dies analog zu betrachten, wie Webseiten im Internet bzw. wie ein neuer Internet-Layer für die Produktion. Jeder Teilnehmer im Manufacturing-X-Netzwerk könnte sich händisch von Unternehmen zu Unternehmen durchklicken, um nach interessanten Services Ausschau zu halten. Effektiver wären Suchmaschinen, die benutzerfreundlich das Manufacturing-X-Netzwerk durchsuchen und somit effizienter zu Ergebnissen führen.

## Es bedarf Authentifizierungsmechanismen

Netzwerkteilnehmer müssen manipulationssicher authentifizierbar sein. Dies kann über eine zentrale Stelle erfolgen oder völlig dezentralisiert via Blockchain-Technologie. Da eine zentrale Sammelstelle auch eine potenzielle Angriffs- und Missbrauchsfläche darstellt, könnte die dezentralisierte Variante vorteilhaft sein.

## 6. Skizzenhafte Funktionsweise des Datenökosystems

Hier soll beschrieben werden, wie die prinzipielle Funktionsweise von Manufacturing-X sein kann und wie sich existierende Standards und Technologien in das Datenökosystem integrieren lassen.

Eine rudimentäre Architektur für das Datenökosystem ist in Kapitel 5 beschrieben. Ein mögliches Set an denkbaren Anwendungen ist in Kapitel 4 beschrieben. Wie wirkt nun alles zusammen?

Die in [Tabelle 1](#) aufgeführten Anwendungsfälle bzw. Anwendungen benötigen eine Datengrundlage. In [Tabelle 2](#) sind mögliche Standards für die Datengrundlage aufgeführt.

Kategorie	Mögliche Anwendungsfälle	Möglicher Standard
Basisanwendung	Business Partner Management	---
Services zur Erfüllung regulatorischer Anforderungen	CO <sub>2</sub> -/ESG-Monitoring	AAS/OPC UA
	EU Data Act	OPC UA
Zusatzservices für neue Chancen und Geschäftsmodelle	Kreislaufwirtschaft	AAS/OPC UA
	Prozessoptimierung	OPC UA
	Predictive Maintenance	AAS/OPC UA
	Traceability	AAS/OPC UA
	Manufacturing as a Service	OPC UA
	Demand & Capacity Management	AAS/OPC UA
	E-Market/Verbesserter Produktkatalog	AAS/OPC UA
	Collaborative Engineering	AAS/OPC UA
	Equipment as a Service	OPC UA

*Tabelle 2: Mögliche Standards, auf denen Anwendungsfälle basieren können*

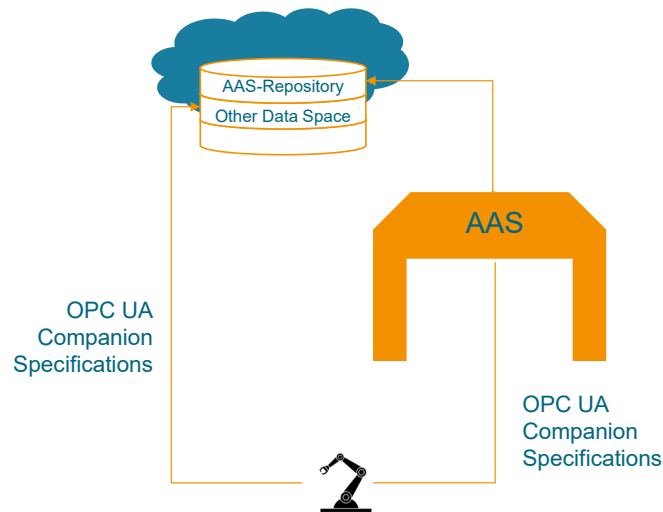
Die Grundlage für den strukturierten Datenzugriff für viele Anwendungsfälle liefert die AAS (inklusive Digitalem Typenschild), da diese für eine lebenszyklusübergreifende Anwendung konzipiert worden ist und überall dort sinnvoll ist, wo eine Asset-zentrierte Datenverarbeitung erforderlich ist. Beispielsweise für:

- CO<sub>2</sub>-/ESG-Monitoring
- Kreislaufwirtschaft
- Predictive Maintenance
- Traceability
- E-Market

Grundlage für den interoperablen Informationstransfer von der Produktion bis in die Cloud bietet bspw. OPC UA mit der Global Production Language (GPL) im Maschinen- und Anlagenbau. OPC UA ist folglich besonders für die Anwendungsfälle mit Bezug zur Produktion oder zu Informationen aus der Produktion essenziell:

- EU Data Act
- Prozessoptimierung
- Predictive Maintenance
- Manufacturing as a Service
- Verbesserter Produktkatalog
- Equipment as a Service

Die Zuordnung AAS und OPC UA nach den in [Tabelle 2](#) aufgeführten Anwendungsfällen ist nicht trennscharf zu betrachten. Beim Anwendungsbereich des EU Data Acts handelt es sich um hochindividuelle Daten, bei denen ein Anspruch bestehen kann, diese für den Nutzer oder einen Dritten verfügbar zu machen. Manufacturing as a Service und Equipment as a Service sind speziellere Use Cases, die ggf. über tieferegreifende Informationen verfügen müssen.



*Abbildung 8: Zusammenspiel von AAS und OPC UA bei Manufacturing-X*

Sowohl die AAS als auch OPC UA haben eine große Bedeutung für Manufacturing-X. Letztlich kommen die Daten aus einer Datenquelle, i.d.R. aus dem Shopfloor. Diese können via OPC UA und unter Verwendung der GPL-Semantik an eine AAS als Datensinke übertragen werden, welche einen strukturierten Datenzugriff für beliebige und berechnete Teilhaber erlaubt. Daher kann im Manufacturing-X-Framework ein AAS-Repository existieren sowie ein weiteres Repository für jegliche Daten, die via Manufacturing-X verfügbar gemacht werden sollen, siehe [Abbildung 8](#).

Aus Anwendersicht des produzierenden Gewerbes können sowohl die

- Betriebsmittel, die zur Herstellung eingesetzt werden als auch die
- Produkte, die hergestellt werden

mit Manufacturing-X interagieren. Beide Prozesse kommen, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, simultan vor. Die Produkte des Maschinen- und Anlagenbaus werden selbst wieder Betriebsmittel. So schließt sich der Kreis: Aus Produkten werden Betriebsmittel, mit denen wiederum Produkte hergestellt werden.

So können im AAS-Repository des eigenen Manufacturing-X-Datenraums sowohl Betriebsmittel als auch die eigenen Produkte via AAS repräsentiert sein, siehe auch [Abbildung 9](#).

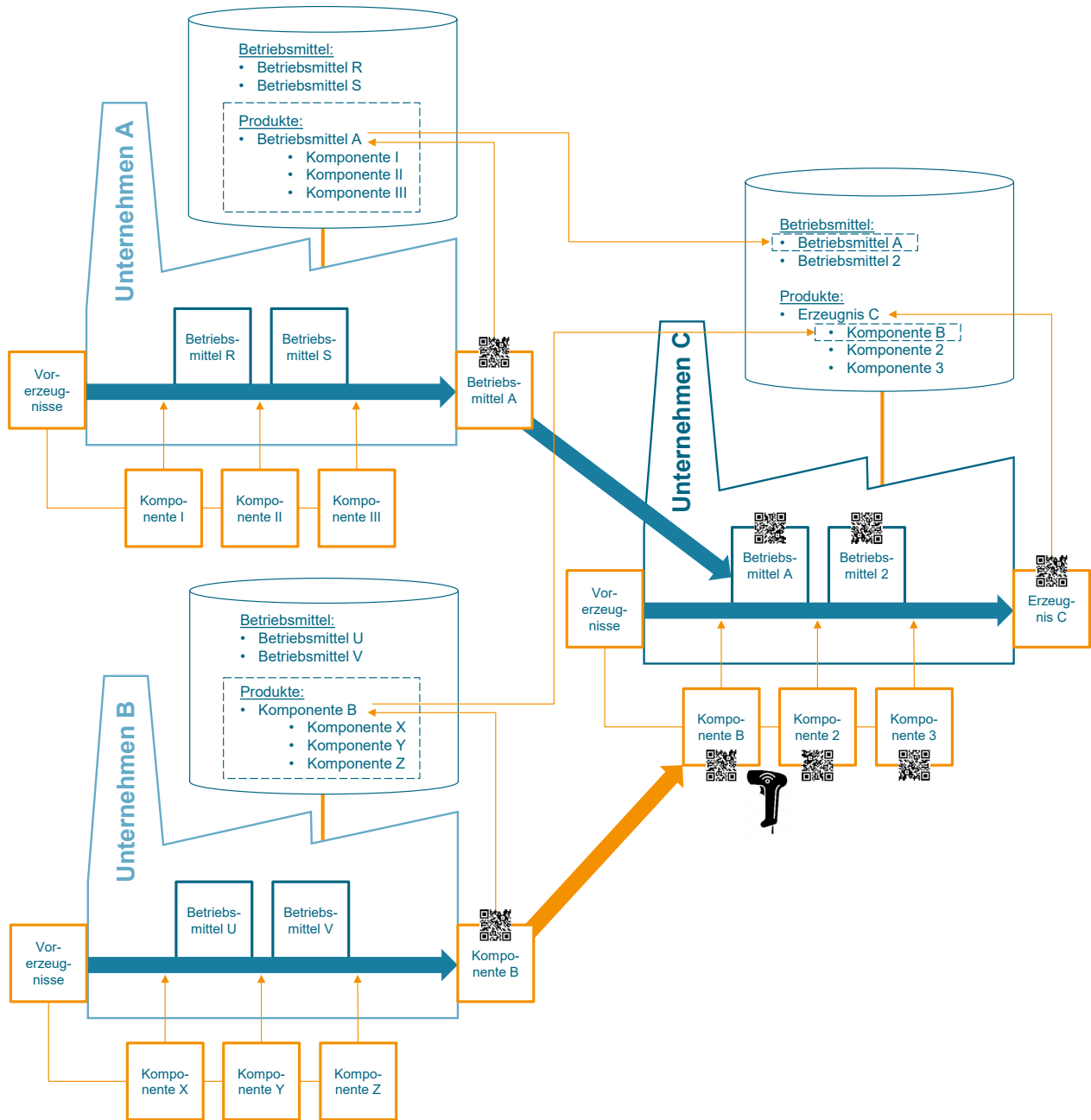


Abbildung 9: Datenpull über QR-Code via Manufacturing-X

Die AAS eines Betriebsmittels wird bei Inbetriebnahme vom Anwenderunternehmen übernommen und im eigenen AAS-Repository instanziiert. Ist das Unternehmen selbst Hersteller von Betriebsmitteln, so setzt sich eine Maschine bspw. aus mehreren Komponenten zusammen, die auch wiederum eine AAS besitzen. Bei der Montage kann per QR-Code-Scan die AAS vom Hersteller der Komponente ins eigene AAS-Repository übernommen werden. Über diesen cyberphysischen Vorgang (Montage + Übergabe AAS) orchestriert sich die AAS des eigenen Erzeugnisses aus der Summe der verbauten Komponenten-AAS.

Auf dieser Datenbasis können die in [Tabelle 2](#) aufgeführten Anwendungen Services ausführen, bspw. die Berechnung des PCF (Product Carbon Footprint) für das Erzeugnis, wenn alle vorhergehenden Wertschöpfungspartner ihren PCF via AAS geliefert haben. Nehmen wir als weiteres Beispiel an: Ein Unternehmen möchte auf Grundlage des EU Data Acts einem Dritten Rohdaten zur Verfügung stellen. Dann müsste diese Business Application auf die Daten des jeweiligen Betriebsmittels zugreifen, um die Daten strukturiert und rechtssicher einem berechtigten Dritten zugänglich machen zu können. Da sich in einer AAS eher aggregierte Daten finden und weniger wie im EU Data Act gefordert, Rohdaten, könnten diese via OPC UA-Schnittstelle im eigenen Repository des Betriebsmittels gesammelt, gespeichert und für eine Verteilung bereitgestellt werden.

An dieser Stelle wird klar, dass die Entwicklung von Compute-to-Data-Anwendungen bzw. Business Applications für Manufacturing-X einen neuen Wirtschaftszweig begründen kann. Hier entstehen neue Geschäftsmodelle und der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt – ähnlich wie damals, als eine Vielzahl an Smartphone-Apps entstanden sind. Bei einem funktionierenden Markt entstehen die Lösungen von allein und der Gesamtnutzen von Manufacturing-X nimmt mit jeder nutzenstiftenden Business Application zu. Nicht nur Softwareunternehmen kämen infrage hier aktiv zu werden. Auch Maschinenbauunternehmen, die Spezialisten in ihrer Branche sind, können hier mit der Entwicklung von Business Applications für ihre Domäne neue Geschäftsmodelle erschließen.

## 7. Vorschläge und Anforderungen für ein Förderprogramm

Da Entwicklung und Etablierung eines funktionierenden Datenökosystems für das produzierende Gewerbe in Gänze äußerst komplex und aufwendig sind, macht es Sinn, per öffentlich gefördertem Umsetzungsprogramm die notwendigen Anstöße in die Breite und Tiefe zu geben.

Der VDMA steht Subventionen grundsätzlich kritisch gegenüber. Bei bestehenden Markteintrittsbarrieren und bei Projekten mit einer großen Hebelwirkung für die gesamte Volkswirtschaft sind Subventionen aber eine Option. Subventionen dürfen dabei den Wettbewerb nicht dauerhaft verzerren oder behindern. Subventionen dürfen die unternehmerische Eigenverantwortung und Haftung nicht außer Kraft setzen. Wenn, dann müssen Subventionen befristet, degressiv ausgestaltet, einer laufenden öffentlichen Erfolgskontrolle unterworfen, öffentlich transparent gemacht und durch relevante private Investitionen flankiert werden sowie verhältnismäßig und angemessen sein.

Letztlich müssen die in Kapitel 4 und Kapitel 5 beschriebenen Erfordernisse respektive die in Kapitel 3 beschriebenen Anforderungen umgesetzt werden. Zusätzlich zur Entwicklung der Manufacturing-X-Systemarchitektur bedarf es die Entwicklung spezifischer Business Applications für die jeweiligen Domänen, einen wirksamen Transfer in die Breite sowie weiterer Fördermaßnahmen, um die mehrheitlich klein- und mittelstandsgeprägte Ausrüsterindustrie bei der Einführung von Manufacturing-X zu unterstützen.

Hierzu wird derzeit auf Ebene der Plattform Industrie 4.0 ein Konzept ausgearbeitet, bei dem sich der VDMA aktiv einbringt und es existiert bislang ein kongruentes Verständnis.

Folgende Förderinstrumente hält der VDMA für sinnvoll:

- Je Leitindustrie ein Förderprojekt für die Entwicklung domänenspezifischer Services bzw. Business Applications, insbesondere für kleine- und mittelständische Unternehmen. Bspw. ist Catena-X bereits ein Förderprojekt für die Leitindustrie Automotive. Nach diesem Vorbild sollen weitere Förderprojekte je Leitindustrie entstehen.
- Neben Leitindustrie-Projekten sollten in vielen kleineren Projekten weitere Use Cases entwickelt und als ergänzende Services bzw. Business Applications angeboten werden.
- Ein konsolidierendes Systemarchitektur-Projekt, welches „Bottom-up“ aus den Förderprojekten der jeweiligen Leitindustrien identifizierte Gleichteile synthetisiert als auch „Top-Down“ eine verbindliche Systemarchitektur bzw. einen MX-Kernel unter Open Source Prinzipien für das produzierende Gewerbe in Gänze verbindlich vorgibt. Wichtig ist hierbei die Anwendersicht über bestehende Verbandsstrukturen (der Anwenderbranchen / Domänen) einzubringen und die Passfähigkeit in existierende Standards zu gewährleisten.
- Industriespezifische Transfermaßnahmen, da die Branchen des produzierenden Gewerbes divers sind (bspw. Joghurtbecher, Rohstoffe, Maschinen, Elektronikbauteile, Lebensmittel usw.) und jede ihre eigenen Spezifika besitzt. Hierzu sollten bestehende, akzeptierte und vertrauensvolle Verbandsstrukturen in den jeweiligen Leitindustrien genutzt werden.
- Übergeordnetes Transfermanagement, welches branchenübergreifend Rahmenbedingungen für die industriespezifischen Transfermaßnahmen vorgibt. Auch hier soll es einen integrierenden „Bottom-up“- wie auch einen verbindlichen „Top-down“-Ansatz geben, welches die Spezifika der Leitindustrien berücksichtigt und synthetisierte Vorgaben für einen einheitlichen Transfer über alle Domänen hinweg bietet.
- Aufbau einer Manufacturing-X-Community u.a. als Owner und Repräsentanz der Initiative, zur Synchronisierung der jeweiligen Sub-Communities, zum Transfer von Anforderungen und Fähigkeiten, zur Orchestrierung der Einzelbausteine zu einem Gesamtansatz und zur Validierung der Ergebnisse durch die Sub-Communities.
- Weiterentwicklung von Standards, die im Zusammenhang mit der Entwicklung und Etablierung von Manufacturing-X benötigt werden, u.a. AAS und OPC UA/Global Production Language.
- Investitionsförderung für Unternehmen des produzierenden Gewerbes bzw. des Anwendermarkts (insbesondere KMU), wenn sie in eine Manufacturing-X-Infrastruktur investieren und diese betreiben. Bspw. Implementierungsgutscheine, kostenlose Unterstützung beim Anschluss ans Manufacturing-X-Netzwerk usw.
- Aufbau eines Startup-Netzwerks sowie Förderung eines pluralen Anbietermarkts von Manufacturing-X-Bausteinen, welche compliant zur vereinheitlichten Systemarchitektur sind.

## 8. Phasen bei Manufacturing-X

Manufacturing-X kann in die folgenden Phasen eingeteilt werden, siehe auch [Abbildung 10](#):

- Phase 1: Initiierung (kurzfristig)
- Phase 2: Förderatives Datenökosystem aufbauen (mittelfristig)
- Phase 3: Betrieb und Nutzung (langfristig)

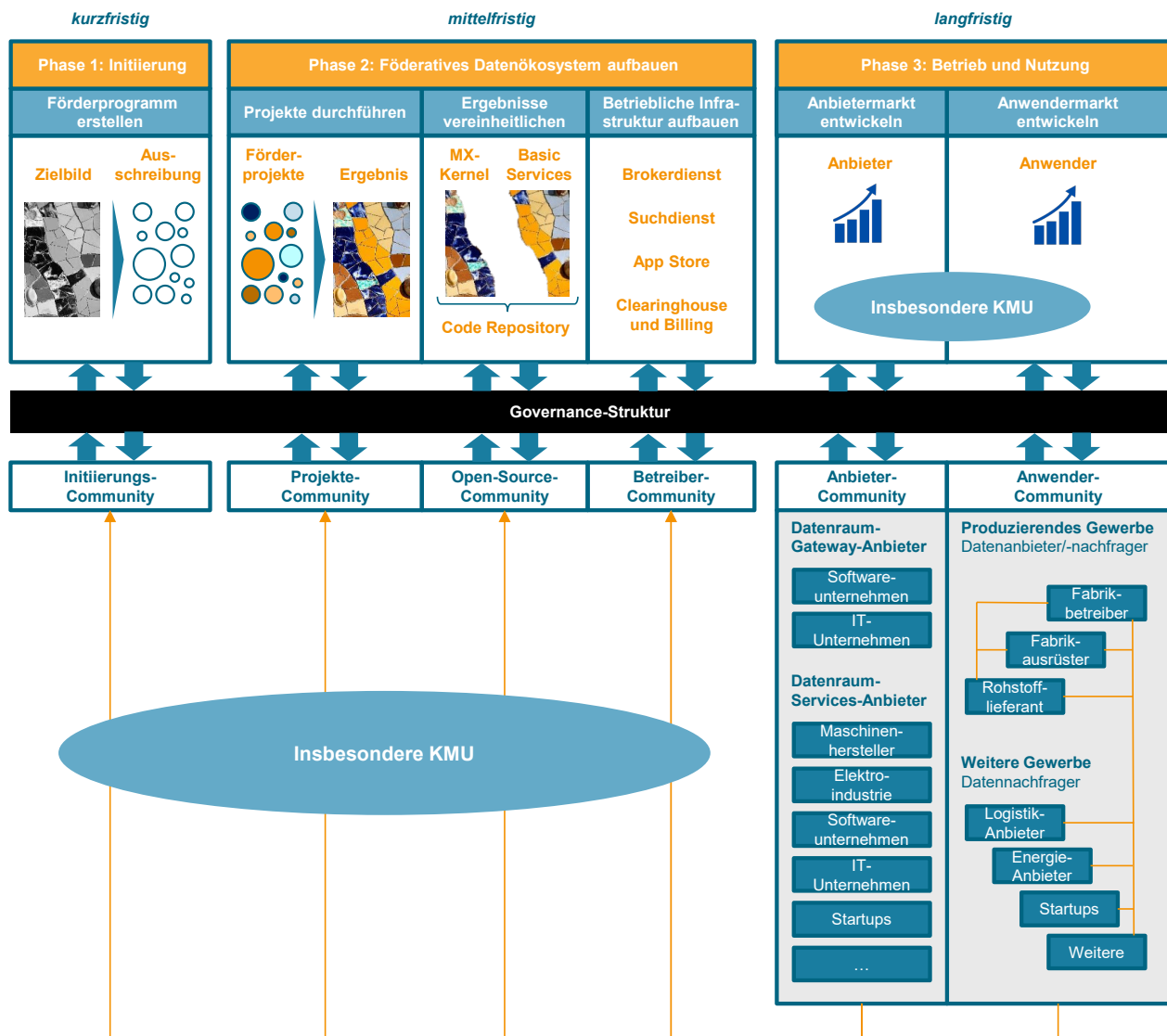


Abbildung 10: Phasen in der Manufacturing-X-Initiative

Die Darstellung soll nicht suggerieren, dass die Phasen streng sequenziell ablaufen. Im Gegenteil, die Phasen und insbesondere die Unterphasen laufen größtenteils parallel ab. Der EU Data Acts bedingt eine hohe Umsetzungsgeschwindigkeit. Aufgrund der hohen Komplexität, Synchronität und der adressierten Breite, bedarf es hier einer effizienten Governance-Struktur damit die notwendigen Orchestrierungsarbeiten gelingen, siehe Kapitel 9.



## 9. Governance-Struktur

Eine vertrauensvolle und transparente Governance-Struktur bildet das Fundament für eine breite Akzeptanz und Anwendung von Manufacturing-X. Daher müssen Verbände, und insbesondere der VDMA, wesentliche Akteure bei Manufacturing-X sein, da Verbände Branchen repräsentieren und somit für ganze Wirtschaftszweige des produzierenden Gewerbes sprechen. Bei Manufacturing-X basiert alles auf Vertrauen. Es gilt das Credo: Datenraum = Vertrauensraum = Verbandsraum.

Daher sollte eine Governance-Struktur für Manufacturing-X auf bestehende, akzeptierte und vertrauensvolle Strukturen aufsetzen und diese zu einer Manufacturing-X-Community orchestrieren. [Abbildung 11](#) gibt eine Übersicht der wesentlichen Merkmale für eine Governance-Struktur.

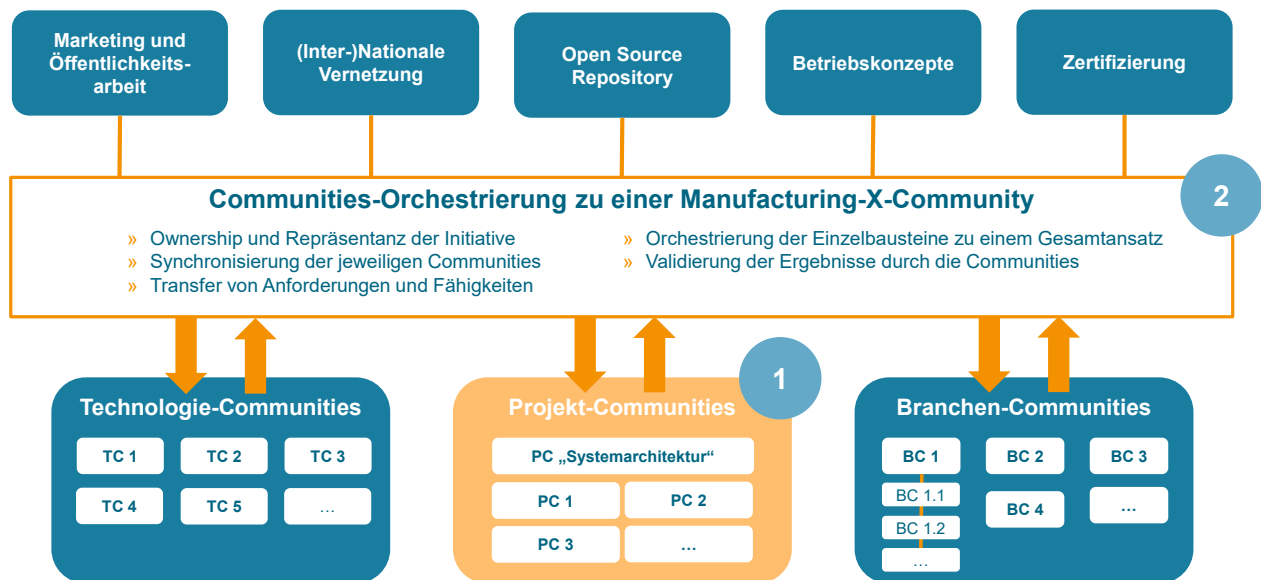


Abbildung 11: Übersicht Manufacturing-X Governance-Struktur

Zwei Ebenen der Governance sind zu unterscheiden, welche im Folgenden beschrieben werden:

1. Governance auf Programmebene zur Entwicklung von Manufacturing-X
2. Governance für die Gesamtinitiative und zur Pflege von Manufacturing-X

## Governance auf Programmebene

Wie in Kapitel 7 beschrieben und wie in [Abbildung 10](#) dargestellt, bedarf es eines Förderprogramms mit vielen Einzelprojekten, die Manufacturing-X gemäß eines Gesamtzielbilds entwickeln. Hierzu muss eine konsolidierende Systemarchitektur aus den Bedarfen der Einzelprojekte in den jeweiligen Leitindustrien synthetisiert werden. Und gleichzeitig muss darauf geachtet werden, dass die vielen Projekte über die Gesamtlaufzeit nicht auseinanderlaufen und auf die gemeinsame Systemarchitektur aufbauen. Ziel ist es möglichst viele „Gleichteile“ zu verwenden, um ein Höchstmaß an Interoperabilität zu erlangen. Benötigt wird hierzu eine Governance auf Programmebene, die eine projektübergreifende Vernetzung und Synthetisierung gewährleistet.

## Governance für die Gesamtinitiative

In [Abbildung 11](#) sind drei Klassen an Communities zu orchestrieren:

- Technologie-Communities
- Branchen-Communities
- Projekt-Communities

**Technologie-Communities** sind „Owner“ (meist in Vereinen organisiert) relevanter Technologiebausteine für Manufacturing-X. **Branchen-Communities** sind bestehende Verbandsstrukturen der jeweiligen Wirtschaftszweige des produzierenden Gewerbes. Diese zwei Klassen an Communities existieren bereits, mit oder ohne Manufacturing-X.

Das verbindende Element sind die **Projekt-Communities**, welche aus den Bedarfen der Anwenderindustrien und den existierenden Technologiebausteinen ein einheitliches und vertrauensvolles Manufacturing-X-Datenökosystem kreieren. Hierin befindet sich die „kleine Governance“ auf Programmebene. Die Projekt-Communities zur Entwicklung von Manufacturing-X bestehen temporär zur Programmlaufzeit und müssen sich mit der Orchestrierungsebene verzahnen. Nach Ende der Programmlaufzeit muss Manufacturing-X weiter gepflegt- und entwickelt werden. Hierzu bedarf es dann als Substitution der ausgelaufenen Projekt-Communities persistente Strukturen auf der Orchestrierungsebene.

Diese drei Klassen an Communities müssen in einer übergeordneten und langfristigen Governance-Struktur zu einer **Manufacturing-X-Community** zusammengefügt werden, ohne dass Doppelstrukturen zu den bestehenden Technologie- und Branchen-Communities entstehen. Diese Orchestrierungsebene ist Owner und Repräsentant der Initiative und hat die Aufgabe, die jeweiligen Communities zu synchronisieren, einen Transfer von Anforderungen und Fähigkeiten zu erbringen, die Einzelbausteine zu einem Gesamtansatz zu orchestrieren und eine Validierung der Ergebnisse durch die angeschlossenen Communities zu gewährleisten. Die Manufacturing-X-Community agiert als Filter, welche Ausprägungen und Rahmenbedingungen an

- Marketing und Öffentlichkeitsarbeit,
- (Inter-)Nationale Vernetzung,
- Open Source Bausteine,
- Betriebskonzepte und
- Zertifizierung

seitens der Gesamt-Community akzeptiert werden.

## Rolle des VDMA

Der VDMA bringt sich mit seiner ganzheitlichen Leistungsstruktur im Maschinen- und Anlagenbau sowie der Ausrüsterindustrie als Nukleus und Multiplikator für das produzierende Gewerbe entscheidend in die Manufacturing-X-Initiative ein.

Mit seinen ca. 3.500 Mitgliedsunternehmen, der Vertretung von ca. 100 Teilbranchen in der Ausrüsterindustrie sowie seinen engen Netzwerken zu relevanten Kundengruppen (bspw. Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen, Pharma- und Ernährungsindustrie, Werkzeugmaschinen und Robotik, Automobilindustrie) besitzt der VDMA Breitenwirksamkeit, um eine Manufacturing-X-Bewegung maßgeblich mitzugestalten. Aufgrund der Variantenvielfalt und Kleinteiligkeit des produzierenden Gewerbes ist der VDMA ideal geeignet die Manufacturing-X-Community federführend aufzubauen. Zudem ist der VDMA Heimat vieler europäischer und internationaler Unternehmen und weltweit mit Büros in relevanten Regionen vertreten und so in der Lage, die Initiative mit einem globaleren Impact zu fördern.

Daher wird sich der VDMA sowohl auf Programmebene als auch auf Ebene der Gesamtinitiative als Spitzenakteur für Manufacturing-X engagieren und kann in dieser Multiplikator-Rolle maßgeblich zum Gelingen eines wettbewerbsfähigen und souveränitätsbewahrenden Datenökosystems beitragen.