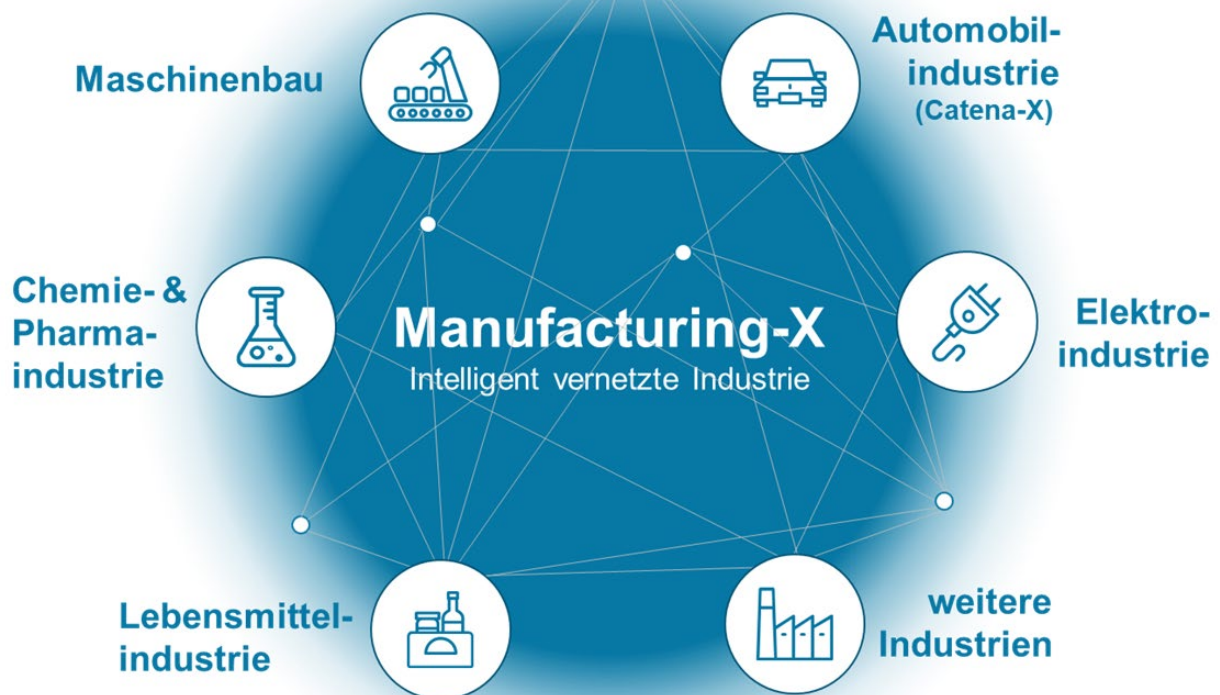


# Whitepaper „Manufacturing-X“

Eckpunkte für die Umsetzung von „Manufacturing-X“ im produzierenden Gewerbe zur Sicherung des Wettbewerbsstandortes Deutschland



# Inhalt:

1. Notwendigkeit einer Manufacturing-X Initiative	3
2. Ziele der Manufacturing-X Initiative	4
3. Bausteine zur Umsetzung der Manufacturing-X Initiative	6
3.1 Leuchtturmprojekte und Anwendungsbeispiele	7
3.2 Synchronisierungsprojekt	9
3.3 Transformations-Hubs und Transformations-Projekte	12
3.4 Transfer-Management	13
3.5 Governance für Manufacturing-X	14
4. Ausblick: Was jetzt zu tun ist	17

*Diese Publikation ist ein Ergebnis der Task Force Manufacturing-X der Plattform Industrie 4.0.*

# 1. Notwendigkeit einer Manufacturing-X Initiative

## Industrie schafft Wohlstand und Arbeitsplätze

Die Industrie ist Kern und Rückgrat für Wachstum und Wohlstand in Deutschland und Europa. Rund ein Viertel der Bruttowertschöpfung wird vom produzierenden Gewerbe erwirtschaftet. Die deutsche Industrie ist weltweit führend in der Industrie 4.0 und trägt über den Export ihrer Güter und Dienstleistungen maßgeblich zur Schaffung von Arbeitsplätzen in Deutschland und Europa bei. Ende Juni 2021 waren in Deutschland ca. 5,5 Millionen Menschen unmittelbar in Betrieben des verarbeitenden Gewerbes tätig. Direkt und indirekt hängen rund 15 von 45 Millionen Arbeitsplätzen vom produzierenden Gewerbe ab.

## Handlungsdruck – digitale und ökologische Transformation

Industriepolitische Rahmenbedingungen und globale Krisen gefährden den gesellschaftlichen Wohlstand in Deutschland und Europa. Die weltweite Corona-Pandemie, der Ukraine-Krieg, die Energiekrise und die Herausforderungen des Klimawandels überlagern einander und verstärken den Handlungsdruck auf die digitale und ökologische Transformation der gesamten deutschen Industrie.

Es herrscht ein zunehmend wachsender Wettbewerbsdruck auf die Industrie, ausgelöst durch z.B. Lieferengpässe, Produktionsstillstände, Mangelwirtschaft, steigende Inflationsraten und die Gefahr einer globalen Rezession. Hinzu kommen steigende regulatorische Anforderungen z.B. durch die Europäische Kommission sowie eine zunehmende asiatische Dominanz bei der internationalen Standardisierungs- und Normungsarbeit.

Der klein- und mittelständisch geprägten Industrie drohen Abhängigkeiten von monopolistischen Plattformbetreibern. Daher müssen interoperable und souveräne Datenökosysteme in der gesamten Industrie schnell und effizient aufgebaut werden. Aktuelle Entwicklungen der datenbasierten Plattformökonomie und unternehmensübergreifender, kollaborativer Geschäftsmodelle, in denen sich die Eigentumsverhältnisse von Betriebsmitteln und Kunden-Lieferanten-Beziehungen radikal verändern, müssen als Chance ver-

standen und zum Aufbau einer intelligent vernetzten Industrie genutzt werden.

Die deutsche Industrie muss viel schneller als bisher auf Verwerfungen in ihren Lieferketten oder der Rohstoff- und Energieversorgung reagieren können und resilienter werden. Grundvoraussetzung ist, dass über alle Stufen der Wertschöpfungsketten hinweg Transparenz über Prozesse und eingesetzte Ressourcen besteht.

Die Entwicklung, Anpassung und Optimierung von Prozessen über die verschiedenen Wertschöpfungsstufen und Lebenszyklusphasen hinweg erfordert **die Zusammenarbeit aller Akteure** in der Wertschöpfung. Mithilfe digitaler, datenbasierter Lösungen können Informationen verfügbar gemacht werden. Hierdurch werden die systematische Reduzierung von Emissionen (CO<sub>2</sub>) und eine geschlossene Kreislaufwirtschaft ermöglicht – zum Schutz von Mensch, Umwelt und Ressourcen.

Eine digitale und souveräne **Industrie braucht eine** einfach verfügbare und **durchgängige Datenvernetzung sowie die Bereitschaft zum multilateralen Teilen von Daten**. Hierfür müssen kooperative und neue Modelle der Zusammenarbeit entwickelt werden, um datenbasierte Lösungen und neue, digitale Geschäftsmodelle zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit zu ermöglichen. Eine wichtige Voraussetzung hierfür sind ein gelebter Kulturwandel sowie vertrauensvolle, auf offenen Standards basierende Datenökosysteme („Datenraum Industrie 4.0“), die Unternehmen und Wirtschaft digitale Souveränität garantieren.

## Manufacturing-X: Eine Zukunftsinitiative für die Industrie

**Mit „Manufacturing-X“ soll eine branchenübergreifende industriepolitische Initiative** zur Entwicklung und zum Aufbau einer dezentral organisierten Datenökonomie für die deutsche und europäische Industrie **aufgesetzt werden**. Manufacturing-X profitiert von der international anerkannten Marke „Industrie 4.0“ und kann auf bereits geschaffenen Grundlagen aufbauen. Initiiert durch die Plattform Industrie 4.0 wurde in den letzten Jahren intensiv an Themen wie interoperable

und sichere Datenschnittstellen und -kommunikation, sichere und vertrauensvolle Dateninfrastruktur, Möglichkeiten und Chancen von neuen, datenbasierten Geschäftsmodellen sowie rechtlichen Aspekten bei der (kollaborativen) Nutzung von Daten gearbeitet. Mit dem Verwaltungsschalen-Standard für Industrie 4.0, der europäischen Initiative „Gaia-X“ oder dem Leuchtturmprojekt „Catena-X“ zur Digitalisierung der Lieferketten in der Automobilbranche entstehen grundlegende Bausteine und Prototypen für einen Datenraum Industrie 4.0.

Manufacturing-X wird auf dieser Basis die digitale Transformation der Industrie breit und umfassend adressieren und die Wertschöpfungsprozesse in der Industrie neu schreiben. Einzelne Unternehmen oder Fachverbände können Manufacturing-X nicht allein umsetzen. Manufacturing-X ist weit mehr als die Summe vieler Einzelprojekte. Eine breite Allianz aus Unternehmen, Verbänden und Politik ist notwendig, um als öffentlich-private Innovations-Partnerschaft branchenübergreifende digitale Daten-Ökosysteme aktiv zu gestalten.

## 2. Ziele der Manufacturing-X Initiative

### Resilienz, Wettbewerbsstärke und Nachhaltigkeit durch Manufacturing-X

Führende Unternehmen der Industrie 4.0-Community haben sich bereits mit ihren Verbänden und Netzwerken auf den Weg gemacht, „Manufacturing-X“ gemeinsam zu realisieren. Sie setzen damit den unter Leitung von Bundesminister Robert Habeck und Bundesministerin Bettina Stark-Watzinger gefassten Beschluss der Plattform Industrie 4.0 um, folgende Aktivitäten in einer breiten Allianz gemeinsam voranzutreiben:

- Etablieren eines souveränen Datenraums für Industrie 4.0 mit Catena-X als Blaupause
- Integrieren des Mittelstandes durch bedarfsgerechte Anwendungskonzepte
- Internationalisieren mit globalen Standards für umfassende Datenökonomie

In der Digitalstrategie der Bundesregierung vom 31.08.2022 wird die branchenübergreifende Initiative „Manufacturing-X“ als zentrale Maßnahme zu Digitalisierung der Lieferketten hervorgehoben. Konkret wird in der Digitalstrategie die Umsetzung von ca. zehn neuen datenbasierten Anwendungsszenarien genannt. Manufacturing-X setzt laut Digitalstrategie den Datenraum Industrie 4.0 um und ermöglicht,

- Wertschöpfungsnetzwerke neu zu organisieren und schnell auf Störungen zu reagieren (**Resilienz**)

- neue Geschäftsmodelle, geschlossene Kreislaufwirtschaft und Effizienzsteigerungen (**Nachhaltigkeit**) und
- digitale Innovationen, um die globale Führungsposition der deutschen Industrie zu sichern und auszubauen (**Wettbewerbsstärke**).

Die Initiative **Manufacturing-X zur Digitalisierung von Wertschöpfungsnetzwerken** steigert die **Resilienz** deutscher Industrieunternehmen und stärkt so die Position im internationalen Wettbewerb. Es geht um die Souveränität des gesamten Wirtschaftsstandorts Deutschland und die Vermeidung datenbasierter Abhängigkeiten mittelständischer Unternehmen von global dominierenden Digitalplattformen.

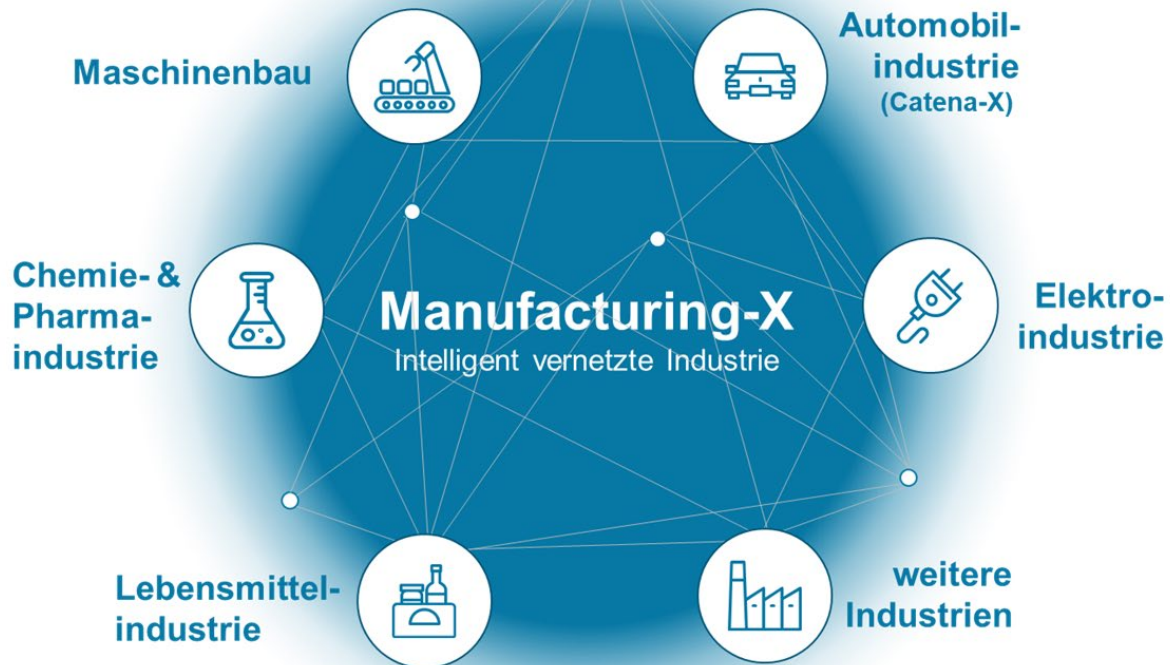
Es geht um den zukünftigen Kern der deutschen Wirtschaft. Als Exportnation und Fabrikaurüster für die Welt gilt es die **Wettbewerbsstärke** der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt zu erhalten und auszubauen. Die Fähigkeit, Lieferketten flexibel und schnell durch die Verfügbarkeit von Informationen zu steuern, ermöglicht Wirtschaftswachstum und schafft Kapazitäten für die notwendige ökologische Transformation.

Wettbewerbsstärke und gesellschaftlicher Wohlstand bedeuten auch die Fähigkeit unserer Volkswirtschaft, einen Beitrag für Klimaneutralität und **Nachhaltigkeit** zu leisten. Deutschland muss mit gutem Beispiel vorangehen und zeigen, wie Ökologie und Ökonomie in einer Industrienation einander erfolgreich ergänzen.

Resilienz

Wettbewerbsstärke

Nachhaltigkeit



Zur Zielerreichung braucht es am stark mittelständisch geprägten Wirtschaftsstandort eine **intelligent vernetzte Industrie** mit durchgängiger Datenverschränkung und die Bereitschaft zum multilateralen Teilen von Daten in einem vertrauensvollen Datenökosystem. Neue Modelle der Zusammenarbeit müssen entwickelt werden, um datenbasierte Lösungen, **neue digitale Geschäftsmodelle** und die **Steigerung von Effizienz und Flexibilität** in der Produktion zu ermöglichen. Ohne eine gelebte Kultur des multilateralen Datentei-

lens und durchgängiger Lösungen können nicht alle relevanten Daten in der Produktion und entlang von Lieferketten in Wertschöpfungsnetzen branchenübergreifend zusammenfließen. In einer ressourcenbeschränkten Welt und in Zeiten brüchiger Rohstoff- und Materialketten ist es heute wichtiger denn je zu wissen, aus welchen Einzelbestandteilen ein Produkt zusammengesetzt ist. Dies bildet die Grundlage für funktionierende Stoffkreisläufe und reduziert wiederum die Abhängigkeit im internationalen Kontext.



# 3. Bausteine zur Umsetzung der Manufacturing-X Initiative

Zur Umsetzung der übergeordneten Ziele sind im Rahmen des Aufbaus der Manufacturing-X Initiative folgende Bausteine notwendig. Die Bausteine 1-5 (s.o.)

sind dabei nicht sequenziell, sondern vielmehr parallel und mit größter Zielstrebigkeit und Geschwindigkeit umzusetzen.

## Bausteine für Datenraum Manufacturing-X (F&E)

Ziel: „Etablierung eines souveränen Datenraums Manufacturing X mit Catena-X als Blaupause“

- 1 • Leuchtturmprojekte & Anwendungsbeispiele
- 2 • Synchronisierungsprojekt

## Bausteine für Transfer (Breitenwirkung)

Ziel: „Integration des Mittelstands durch bedarfsgerechte Anwendungskonzepte“

- 3 • Transformations-Hubs & Transformations-Projekte
- 4 • Transfer-Management

## Baustein Community Building (Verstetigung)

Ziel: „Internationalisierung mit globalen Standards für eine umfassende Datenökonomie“

- 5 • Governance für Manufacturing X

### Die Etablierung eines souveränen Datenraums „Manufacturing-X gelingt mit Leuchtturmprojekten, Anwendungsbeispielen und einer übergeordneten Synchronisation

Die überwiegend mittelständisch geprägte Industrie ist in komplexe und eng verflochtene globale Wertschöpfungsnetzwerke mit horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten integriert. Mit dem Anspruch, die gesamten Lebenszyklusphasen von Produkten in einer intelligent vernetzten Industrie abbilden zu können, ergibt sich eine zusätzliche Komplexität im Gesamtsystem der Wertschöpfung. Da jede Leitindustrie ein hochkomplexes Wertschöpfungsnetzwerk und jeweils unterschiedlichste Anforderungen an die Ausgestaltung von Anwendungsbeispielen und digitaler Ökosysteme hat, werden für alle Leitindustrien **zentrale Leuchtturmprojekte und Anwendungsbeispiele** benötigt. Leuchtturmprojekte bauen industriespezifische Datenökosysteme anhand relevanter Anwendungsbeispiele auf und tragen zu einer schnellen und breiten Anwendung in der Industrie bei.

Eine intelligent vernetzte Industrie setzt eine interoperable und durchgängige Datenvernetzung voraus. Für die Bereitschaft zum multilateralen Teilen von Daten müssen technisch sichere und rechtlich abgesicherte sowie vertrauensvolle Datenökosysteme entwickelt werden. Die Potenziale neuer digitaler Geschäftsmodelle sowie neue Modelle der Zusammenarbeit müssen industrieübergreifend gehoben werden. Ein **Projekt zur Synchronisierung von Leuchtturmprojekten** soll diese Aspekte aufgreifen und die technische, rechtliche, wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Anschlussfähigkeit herstellen.

### Die Integration des Mittelstands in den Datenraum gelingt durch begleitende Transformations-Hubs, Transformations-Projekte und ein übergeordnetes Transfer-Management

**Begleitende Transformations-Hubs** sollen branchenübergreifende und industriespezifische Transfermaßnahmen zur Unterstützung einer schnellen und effizienten Breitenwirkung in der gesamten deutschen Industrie

umsetzen. Unterstützend sollen **Transformations-Projekte** eine schnelle Umsetzung von Lösungen in KMU ermöglichen, die nicht Teil der Leuchtturmprojekte sind. Mit Transformations-Projekten kann die umfassende Einbindung der mittelständischen Unternehmen in die digitale Transformation gelingen. Ein **übergeordnetes Transfer-Management** soll übergreifende Transferaktivitäten koordinieren, übergreifende Anwendungsbeispiele und Inhalte kommunizieren sowie Impulse für die Transformation des Mittelstands setzen.

### Internationalisierung mit globalen Standards für eine umfassende Datenökonomie gelingt mit einer breit getragenen Manufacturing-X Community

Schon zu Beginn aller geplanten Aktivitäten ist **eine breit getragene Community** aufzubauen und stetig zu entwickeln. Hierzu soll aus der Plattform Industrie 4.0 heraus eine Kerngruppe zentraler Stakeholder aus Unternehmen, Verbänden, Wissenschaft und öffentlicher Hand zusammengebracht werden, die als Nukleus den Aufbau einer **Manufacturing-X Community** verantworten und vorantreiben. Die etablierten Prozesse der Plattform Industrie 4.0 sollen genutzt werden, um im gemeinsamen Dialog eine tragfähige **Governance für Manufacturing-X** zu entwickeln und das Akteursspektrum sukzessive zu erweitern. So sollen schon zu Beginn die Voraussetzungen zur Gründung einer eigenständigen Entität gelegt werden, die im weiteren Verlauf die Orchestrierung der Manufacturing-X Community verantwortet und die Entwicklung eines Datenraums Industrie 4.0 als öffentlich-private Innovations-Partnerschaft koordiniert.

In den nachfolgenden Abschnitten werden Ziele und Aufgaben der genannten Bausteine zur Umsetzung der Manufacturing-X Initiative ausgeführt.

## 3.1 Leuchtturmprojekte und Anwendungsbeispiele

### Ziel der Leuchtturmprojekte ist der schnelle und effektive Aufbau von Datenökosystemen

Für jede relevante Leitindustrie ist ein zentrales Leuchtturmprojekt notwendig. Analog zum Vorgehen bei der Digitalisierung der Lieferketten der Automobilindustrie durch das Leuchtturmprojekt Catena-X sollten sich in

der Manufacturing-X Initiative weitere Konsortien für Leuchtturmprojekte formieren. Ziel eines jeden Leuchtturmprojekts ist eine schnelle und effektive Etablierung eines Datenökosystems anhand relevanter Anwendungsbeispiele für die gesamte Leitindustrie. Dabei sind nach Möglichkeit alle Unternehmen eines Wertschöpfungsnetzwerks zu digitalisieren und an ein interoperables Datenökosystem anzuschließen.

Die Leitindustrien haben unterschiedliche Anforderungen an den Aufbau eines digitalen Ökosystems und individuelle Fragestellungen an eine durchgängige Datenvernetzung. So ist die Weiterleitung der Information zur ‚Herkunft‘ und zum ‚Verfallsdatum‘ für die Lebensmittelbranche entscheidend. Für die chemische Branche sind Informationen zu ‚Gefahrstoffen‘ ein wichtiges Thema. Die Ausrüsterindustrie könnte den gesamten Lebenszyklus einer Fabrik einschließlich des digitalen Typenschildes oder der notwendigen Datenübermittlung zwecks Unterstützung neuer Geschäftsmodelle fokussieren. Daher werden parallellaufende Leuchtturmprojekte für jede relevante Leitindustrie benötigt. So können Leuchtturmprojekte zusammen auf die gesamte Industrielandschaft einwirken und so dazu beitragen, die notwendige Umsetzungsgeschwindigkeit in der Breite zu erreichen.

Jedes Leuchtturmprojekt sollte durch ein Industriekonsortium geführt werden, das eine hohe Akzeptanz in Hinblick auf die Mitnahme aller mittelständischen Unternehmen im Wertschöpfungsnetzwerk hat und die notwendigen Kompetenzen und Ressourcen im Aufbau und im langfristigen Betrieb eines digitalen Ökosystems aufweist.

### Anwendungsbeispiele zeigen die Mehrwerte und Potenziale digitaler Ökosysteme

Ziel ist es, in jeder Leitindustrie spezifische und skalierbare Anwendungsbeispiele umzusetzen. Es sollen je Leuchtturmprojekt mehrere Anwendungsbeispiele bearbeitet werden. Dabei sind Aspekte horizontaler und vertikaler Datenvernetzung relevant. Daten und Informationen, den gesamten Lebenszyklus betreffend, beginnend beim Engineering bis zur Wiederverwertung, Aufarbeitung oder dem Recycling, müssen in den Anwendungsbeispielen betrachtet werden.

Anwendungsbeispiele sollen darstellen, wie **neue digitale Geschäftsmodelle** und die **Steigerung von Effizienz, Flexibilität (Optimierung) und Nachhaltigkeit** durch eine intelligent vernetzte Industrie möglich werden. Bereits bestehende Beispiele für neue Geschäfts-

modelle und Optimierungspotenziale sind und beschreiben Mehrwerte für einen Anwendungsbereich oder eine spezifische Branche:

Beispiel „Neues digitales Geschäftsmodell“:	Beispiel „Effizienz und Flexibilität (Optimierung) und Nachhaltigkeit“:
„Einfach da“ – Druckluft zum Festpreis bei Kaeser Kompressoren	Lastspitzenreduktion im Stromverbrauch bei Schweizer Bundesbahn
<p>„Einfach da“ – Druckluft zum Festpreis! Das Geschäftsmodell der Firma Kaeser Kompressoren bietet Kunden die Möglichkeit lediglich für den Verbrauch von Druckluft zu zahlen, anstatt in eine eigene Anlage investieren zu müssen. Neben dem Verbrauch zahlen Kunden zusätzlich eine Bereitstellungsgebühr für die Druckluftanlage. Möglich wird das Geschäftsmodell durch die Digitalisierung und intelligente Vernetzung der eigenen Produktpalette. Durch die sichere Datenübertragung bereitgestellter Druckluftanlagen beim Kunden an Kaeser werden Fernwartung und Verbrauchsmessungen in Echtzeit möglich.</p>	<p>Lastspitzen im Stromverbrauch erkennen und über Lastregler entgegenwirken - die Idee ist einfach: die Laststeuerung interpretiert den in nahezu Echtzeit an definierten Punkten im Bahnstromnetz gemessenen Leistungsbedarf. Steigt die Last zu hoch, steuert ein Regler automatisch entgegen, indem Heizungen von Zugwagen oder Weichen ausgestellt werden, solange die Last Spitzenwerte annehmen würde. Die Umsetzung dieses Konzeptes trägt bei der Schweizer Bundesbahn zur Senkung des Energie- und Leistungsbedarf um 20 Prozent bei und reduziert den Stromverbrauch bis 2025 um 150 Megawatt.</p>
(Quelle: <a href="https://www.kaeser.de/produkte/betreibermodell-sigma-air-utility/">https://www.kaeser.de/produkte/betreibermodell-sigma-air-utility/</a> )	(Quelle: <a href="https://news.sap.com/germany/2018/07/sbb-energie-digitale-transformation/">https://news.sap.com/germany/2018/07/sbb-energie-digitale-transformation/</a> )

In beiden Beispielen sind die Nutzenargumente für das jeweilige Unternehmen klar und einfach herausgestellt. Im Rahmen von Manufacturing-X sollen solche Beispiele nun auf andere Industrien übertragen und die dahinterstehende Methode skalierbar gemacht werden.

Ziel der Anwendungsbeispiele ist es daher, skalierbare und allgemein zugängliche Lösungen und Antworten (Tools, Methoden, Beschreibungen) für konkrete Herausforderungen in den Leitindustrien bereitzustellen. Weitere Herausforderungen, die als Anwendungsbeispiele geeignet sein könnten, sind:

- **Early Warning System – Lieferengpasserkennung:** Wie können mögliche Engpassbauteile bzw. Bündelrisiken in den Lieferketten erkannt und gelöst werden, z.B. durch verbesserte Kenntnis der Materialzusammensetzung und/oder der Herkunft eines Bauteils?
- **Design und Entwicklung neuer Komponenten:** Wie können Daten und Informationen aus dem Laufzeitverhalten von Assets zur Entwicklung verbesserter Komponenten beitragen?

- **Verbesserte Produktionsprozesse:** Wie können, insbesondere bei bestehenden Anlagen, vereinfachte bzw. abgesicherte Anwendungen bei Fertigungs- und Montageprozessen Möglichkeiten zur Energieeinsparung, Produktivitätssteigerung oder optimierten Automatisierung aufzeigen, oder sogar abgesicherte Fertigungs- und Montageprozesse mit erleichterter Bedienung ohne Expertenwissen ermöglichen?
- **Inbetriebsetzung und Betrieb:** Wie unterstützen wir die sichere und automatisierte Inbetriebnahme, das Condition Monitoring oder integrative Service-Anwendungen?
- **Reduzierung von Teilhabehürden:** Wie schaffen wir eine Art „Treiber-Datenbank“ auch für ältere Maschinen, damit die Vernetzung hier gerade für KMU machbar und bezahlbar wird?
- **CO2-Fußabdruck auf Knopfdruck:** Wie kann die Vorkalkulation bzw. Mitkalkulation des CO2-Fußabdrucks eines Produktes, z.B. bei einem Stück Käse oder bei einer Fertigungsanlage, generiert werden?



- **Recycling:** Wie können klimapositive Verpackungen aussehen und produziert werden?
- **Digitaler Maschinen bzw. Komponentenpass:** Wie wird eine eindeutige und sichere Identität erstellt und hinterlegt?
- **Produkt- bzw. Gefahrstoffdatenbank:** Wie kann ein allgemein zugänglicher ‚Data as a Service‘ geschaffen werden?
- **„Equipment as a Service“:** Wie kann eine technisch und rechtlich nutzbare, sichere und faire Grundlage zum skalierbaren und weltweiten Aufbau neuer Geschäftsmodelle generiert werden?
- **Kommunikationsfunktion:** Darstellung und Nachweis des Nutzens für das eigene Wertschöpfungsnetzwerk sowie für einen übergeordneten Transfer
- **Unterstützungsfunktion:** Unterstützung bei der Ertüchtigung (insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen) zur Implementierung und Nutzung digitaler Lösungen
- **Abstimmungsfunktion:** Sicherstellung der Abstimmung laufender Arbeitsergebnisse im übergeordneten Abgleich mit anderen Leuchtturmprojekten sowie Beteiligung an der Ausgestaltung einer gemeinsam getragenen Governance-Struktur

Die Leuchtturmprojekte müssen Lösungen für die großen gemeinschaftlichen Herausforderungen der jeweiligen Wertschöpfungsnetzwerke und Mehrwerte für die relevanten Industrieunternehmen, insbesondere auch KMU sowie Nichtmitglieder der Konsortien erzielen. Auf diese Weise sind gut aufbereitete und zielgruppengerechte Anwendungsbeispiele die Grundlage für einen Transfer in die gesamte Industrie.

### Aufgaben der Leuchtturmprojekte

Neben der Hauptaufgabe, spezifische Anwendungsbeispiele in den Leitindustrien umzusetzen, müssen die Leuchtturmprojekte die folgenden Aufgabenfelder und Funktionen erfüllen, um den Aufbau und die Umsetzung des jeweiligen Datenökosystems aktiv zu gestalten:

- **Entwurf Funktion:** Beschreibung, Aufbau und Bereitstellung von Bausteinen für ein interoperables Datenökosystem sowie die Definition konkreter relevanter Informationsketten, welche als Anwendungsbeispiele umgesetzt werden sollen
- **Entwicklungsfunktion:** Erarbeitung von fehlenden Bausteinen zur Herstellung der technischen Anschlussfähigkeit
- **„Do-How“-Funktion:** Bereitstellung der Grundlagen für die Skalierung des ‚Do-How‘-Wissens in den jeweiligen Wertschöpfungsnetzwerken
- **Steuerungsfunktion:** Beschreibung der prioritär ausgewählten ‚end-to-end‘ Szenarien und deren Initiierung als Anwendungsbeispiele im Abgleich mit anderen Leuchtturmprojekten und Anwendungsbeispielen

Die Ziele der Manufacturing-X Initiative können nur erreicht werden, wenn die Arbeitsergebnisse der unterschiedlichen Leuchtturmprojekte ineinandergreifen, die Anwendungsbeispiele auf ähnlichen technischen Grundlagen aufbauen und gemeinsam eine massive Skalierung durchgeführt wird. Die Leuchtturmprojekte mit ihren Anwendungsbeispielen müssen auf übergeordnete Ziele einzahlen. Es gibt Themen, welche leuchtturmübergreifend relevant sind. Aus der Interoperabilitätssicht müssen Projekte auf kompatiblen technischen Grundlagen arbeiten. Aus der Souveränitätssicht müssen rechtliche Fragestellungen leuchtturmübergreifend bearbeitet werden. Aus der Nachhaltigkeitssicht müssen wirtschaftliche Grundlagen geschaffen und gesellschaftspolitische Ziele erreicht werden.

## 3.2 Synchronisierungsprojekt

Leuchtturmprojekte und Anwendungsbeispiele in verschiedenen Leitindustrien sind eine notwendige, aber allein noch nicht hinreichende Voraussetzung für die rasche Etablierung eines übergeordnet wirksamen und vollständig interoperablen, sicheren Datenökosystems.

In Manufacturing-X muss die datenbasierte multilaterale Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken und damit auch über die unterschiedlichen Lieferketten der Leitindustrien hinweg problemlos funktionieren. Für die Sicherstellung einer leuchtturmübergreifenden Interoperabilität, Souveränität und Nachhaltigkeit ist daher **die Etablierung eines Synchronisierungsprojektes** vor dem Start von Leuchtturmprojekten notwendig. Ein solches Projekt sollte auf Basis von Grundprinzipen

für den verantwortungsvollen Umgang mit Daten und Plattformen basieren und zum **Aufbau einer gesamt-heitlich intelligent vernetzten Industrie** die Sicherstellung von

- **technischer** Anschlussfähigkeit für Interoperabilität, offene Infrastrukturen und einheitlichen Standards,
- **rechtlicher** Grundlagen für digitale Souveränität und einen rechtskonformen und vertrauensvollen Datenaustausch,
- **wirtschaftliche** Betrachtungen für neue digitale Wertschöpfung und Steigerung von Effizienz und Flexibilität (Resilienz) und
- **gesellschaftspolitischer** Anschlussfähigkeit für die übergeordneten Ziele Resilienz, Wettbewerbsstärke und Nachhaltigkeit garantieren.

Für diese Aspekte existieren Organisationen bzw. Communities die berücksichtigt werden sollten. Daher kann die Synchronisationsarbeit nicht durch eine Organisation allein organisiert werden. Vielmehr ist diese Aufgabe als **gemeinschaftliche, offene und integrative Instanz in Form eines Begleitprojektes** zu organisieren. Dabei sind **für jede der vier genannten Aspekte entsprechende Expertengremien** einzubinden und zentral im Projekt zu organisieren. Nachfolgend werden Ziele, Aufgaben und Grundlagen dieser Aspekte skizziert:

### Technische Anschlussfähigkeit & Interoperabilität

Für die Sicherstellung der technischen Anschlussfähigkeit ist eine **Struktur mit umfangreichen technischen Experten** u. a. auf den Feldern technische und semantische Interoperabilität, IT-Security, open-source-basierte Architektur- und Referenzmodelle sowie nationale und internationale Standardisierungsarbeiten **einzurichten**. Diese Struktur für **„Technische Anschlussfähigkeit“** sollte mit einem **expliziten Auftrag und mit geeigneten Werkzeugen** im Rahmen der Manufacturing-X Initiative **versehen und finanziell gefördert werden**.

Die **technische und semantische Interoperabilität** ist ein zentrales Thema zur Sicherstellung der technischen Anschlussfähigkeit. Das beinhaltet auch das gemeinsame Verständnis der Nutzungs- und Zugriffsrechte auf die Daten. Datenanbieter entscheiden, welche Daten (Data Sets) mit welchen Nutzungs- und Zugriffsrechten (Data Business Policy) mit welchen

Nutzern geteilt und zu welchem Zweck sie verarbeitet werden. Um den Zugriff auf und die Nutzung der Daten auf den berechtigten Kreis zu beschränken, muss definiert werden, mit welchen semantisch interoperablen Attributen die Daten versehen werden müssen. Dazu bedarf es internationaler Standards, die hersteller- und domänenneutral sein müssen, sowie alle Formen von Assets, egal ob Komponenten, Maschinen oder sonstige, auch nicht-intelligente Assets, abbilden können und die Speicherung und Verarbeitung ihrer Daten ermöglichen.

Ein weiteres zentrales Thema ist die Sicherstellung der Anschlussfähigkeit im Sinne von offenen Schnittstellen und neutralen Standards für „jedermann“, ohne technologische oder wettbewerbliche Barrieren. Basierend auf dem **Referenzarchitekturmodell für Industrie 4.0 (RAMI 4.0)** wurde hierfür im Rahmen der **Plattform Industrie 4.0** die **Asset Administration Shell (AAS, dt.: Verwaltungsschale)** als eine Basis für den **Digitalen Zwilling** und „genormter Datenstecker“ zwischen Wertschöpfungspartnern entwickelt. Mit der Weltsprache der Produktion wurde zudem die standardisierte horizontale und vertikale Maschinenkommunikation, basierend auf OPC UA, in Form von **OPC UA Companion Specifications** entwickelt. Die **NAMUR Open Architecture (NOA)** und das **Module Type Package (MTP)** wurden speziell für die Anforderungen an eine flexible, modular aufgebaute Prozessindustrie entwickelt.

In letzter Zeit kann eine Konvergenz der verschiedenen Aktivitäten festgestellt werden: So wurden z.B. im Rahmen der **BaSys 4** Förderprojekte, die Referenzarchitekturen und -implementierungen für die diskrete Fertigung und die Prozessfertigung in einer Open-Source-Middleware miteinander verknüpft. Die Ansätze der AAS und der **International Data Space Association (IDSA)** wurden mit dem **Eclipse Dataspace Connector** verbunden und werden aktuell im Rahmen des Catena-X-Projekts gemeinsam in der Praxis verprobt. Weitere Standardisierungsaktivitäten rund um **ECLASS, AutomationML, Open Industry 4.0 Alliance etc.** leisten wesentliche Beiträge zur gemeinsamen Umsetzung des Gesamtansatzes einer digital vernetzten Produktion mit Industrie 4.0. Grundsätzlich wird bei all diesen Standardisierungsaktivitäten auf Open-Source-Ansätze gesetzt, um eine breite Durchdringung in der Praxis und somit die Interoperabilität im gesamten „Industrie 4.0 Ökosystem“ zu erreichen.

## Rechtliche Grundlagen & digitale Souveränität

Für die Sicherstellung der rechtlichen Anschlussfähigkeit ist eine Struktur „**Rechtliche Grundlagen**“ mit umfangreichen Expertisen u.a. auf den Feldern branchen- und industriespezifischer nationaler und internationaler (insbesondere EU-Rechtsverordnungen wie EU Data-Act) Gesetzgebung, Vertrags- und AGB-Recht, DGSVO, Lieferkettengesetz, etc. einzurichten. Die Struktur für die „rechtlichen Grundlagen“ sollte mit einem **expliziten Auftrag** und mit **geeigneten Werkzeugen versehen und finanziell gefördert werden**.

Das Teilen von Daten muss **rechtskonform** erfolgen, wenngleich viele wesentliche rechtliche Fragen in Bezug auf die Nutzung und das Teilen von Daten bislang – sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene – noch nicht geklärt sind. Im Rahmen der europäischen Datenstrategie werden aktuell mehrere relevante Gesetzesvorhaben diskutiert, z.B. Data Act, Data Governance Act, Digital Markets Act, Digital Services Act. Etablierte rechtliche Normen wie die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), das Kartellrecht oder das AGB-Recht gilt es zu beachten. Im Sinne einer raschen Etablierung eines Datenraums Industrie 4.0 gilt es die aktuell bestehenden Rechtsunsicherheiten – ein zentraler Hinderungsgrund für Unternehmen zum Datenteilen – schnellstmöglich zu beseitigen.

Regeln und Standards für einen **sicheren, vertrauensvollen Datenaustausch** und zur **Sicherstellung von digitaler Souveränität** in Europa gilt es anzuwenden und weiter auszubauen. Mit der von der Plattform Industrie 4.0 angestoßenen Initiative **Gaia-X** wird aktuell gemeinsam mit europäischen Partnern eine sichere und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur für den Datenaustausch in Europa aufgebaut. Mit dem **Important Project of Common European Interest for Next Generation Cloud Infrastructures and Services (IPCEI-CIS)** sollen nun fortschrittliche Technologien für ein „Multi-Provider Cloud-Edge Continuum“ (u.a. für den Austausch und die Verarbeitung von großen Datenmengen mit extrem niedriger Latenz) entwickelt werden. Die entwickelten Standards und Services von IPCEI-CIS und Gaia-X müssen dabei kompatibel sein. Für die prototypische Verprobung von Konzepten zum automatisierten Datenaustausch über offene Plattformen, Datenauswertung mit Künstlicher Intelligenz sowie die damit verbundenen rechtlichen Fragestellungen stehen beispielsweise das von der Plattform Industrie 4.0 initiierte **Reallabor Künst-**

**liche Intelligenz** und das **Industrie 4.0 Recht-Testbed** zur Verfügung.

## Wirtschaftliche Betrachtungen

Für die Sicherstellung der wirtschaftlichen Anschlussfähigkeit ist eine Struktur „**Wirtschaftliche Betrachtungen**“ mit umfangreichen Expertisen u. a. auf den Feldern neue Geschäftsmodelle, Pricingmodelle und Abrechnungsverfahren im digitalen Kontext sowie Bilanzierung und Rechnungslegung digitaler Wertschöpfung etc. einzurichten. Die Struktur für „wirtschaftliche Betrachtungen“ sollte mit **explizitem Auftrag** und **Werkzeugen versehen und finanziell gefördert werden**.

Neue Modelle der Zusammenarbeit müssen entwickelt und ein gelebter Kulturwandel etabliert werden, um datenbasierte Lösungen und neue, digitale Geschäftsmodelle (z.B. für mehr Resilienz und Nachhaltigkeit) sowie die Steigerung von Effizienz und Flexibilität in der Produktion zu ermöglichen. Die **Zielkongruenz** auf den unterschiedlichen Ebenen bei den beteiligten Akteuren sowie die Sicherstellung eines „**Vertrauensraums**“ **zum multilateralen Datenteilen** spielen dabei eine zentrale Rolle. Die Bedeutung von **Datentreuhändern**, die einen vertrauensvollen, sicheren Datenaustausch ermöglichen, wird in diesem Zusammenhang zunehmen. Konkrete Ansätze, Chancen und Barrieren für multilaterales Datenteilen sind, u.a. am Beispiel von Collaborative Condition Monitoring, bereits aufgezeigt worden.

## Gesellschaftspolitische Anschlussfähigkeit

Die Manufacturing-X Initiative muss zu übergeordneten gesellschaftspolitischen Zielen wie Resilienz, Nachhaltigkeit, Klimaschutz, ökologische Transformation, gesellschaftliche Teilhabe und soziale Gerechtigkeit beitragen und sich am gesellschaftspolitischen Diskurs beteiligen und einbringen. Im Rahmen der Arbeiten in der Plattform Industrie 4.0 werden Vorarbeiten z.B. durch Beiträge zur Resilienz und Industrie 4.0, durch die Task Force Nachhaltigkeit mit dem Aufzeigen von konkreten **Entwicklungspfaden** und möglichen **Geschäftsmodellen zur ökologischen Transformation der Industrie beigesteuert**. Die Sozialpartner erarbeiten Konzepte und Thesenpapiere zu Themen wie „Gute Arbeit von morgen“, u. a. in der Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ der Plattform Industrie 4.0. Die Industrieverbände engagieren sich ebenfalls am gesellschaftspolitischen Diskurs. Die Politik bzw. Behörden der öffentlichen Hand beschäftigen sich mit Themen wie Klimaschutz und Nachhaltigkeit.

Für die gesellschaftspolitische Anschlussfähigkeit sollten Sozialpartner, Verbände und Politik sowie ggf. Wissenschaft zusammengeführt und eingebunden werden.

### 3.3 Transformations-Hubs und Transformations-Projekte

#### Transformations-Hubs sichern die breite Anwendung in der Industrie

Branchenübergreifende und industriespezifische Transformations-Hubs sollen die breite Anwendung von Manufacturing-X in der gesamten Industrie unterstützen. Dazu bedarf es mehrerer Transformations-Hubs, in denen bundesweit agierende und vernetzte, fachlich anerkannte und kompetente Branchen- und Industriekenner operative Transfermaßnahmen umsetzen können.

Transformations-Hubs fungieren als Bindeglied innerhalb der Manufacturing-X Community, insbesondere den Leuchtturmprojekten und Anwendungsbeispielen, und den zu adressierenden mittelständischen Unternehmen in den jeweiligen Leitindustrien und Branchen. Dabei sollen die Transformations-Hubs bidirektional Ergebnisse aus der Manufacturing-X Initiative zu den Unternehmen bringen und Anforderungen aus der Praxis des Mittelstands in die Leuchtturmprojekte transferieren. Aus dieser bidirektionalen Perspektive heraus organisieren Transformations-Hubs konkrete Prozesse, welche

- die Manufacturing-X Initiative im Allgemeinen und die Ergebnisse der Leuchtturmprojekte im Speziellen in der entsprechenden Branche aktiv bekannt machen,
- individuelle Potenziale in Unternehmen erkennen und mit Ergebnissen der Förderprojekte in Verbindung setzen („Matching“) und konkrete Umsetzungsschritte einleiten,
- durch ein Set von ineinandergreifenden Transferinstrumenten Umsetzungsmaßnahmen in den Unternehmen unterstützen; hierzu gehören Instrumente, wie z.B. Vermittlung zu Technologieberatern, Technologie-Scouts, Reallaboren, Fach- und Qualifizierungnetzwerken oder Transformations-Projekten,
- in engem Austausch bestehende Strukturen (Verbände, Kammern, Cluster, Kompetenz- und Innovati-

onszentren, Wirtschaftsförderungen etc.) synergetisch einbinden und so zusätzliche Transferimpulse generieren,

- nachhaltige Veränderungs- und Transformationsprozesse in den Unternehmen durch Motivation, Unterstützung und Vermittlung von Expertise und Ressourcen für darüber hinausgehende, eigenfinanzierte produktive Umsetzungen generieren und
- Nutzer- und Anwender-Communities aufbauen und auch über den Abschluss der Leuchtturmprojekte hinaus pflegen, ausbauen und verstetigen.

Transformations-Hubs treiben Transfer- und Vernetzungsaktivitäten voran, mit denen innerhalb der adressierten Branche ein möglichst großer Anteil an Unternehmen erreicht wird. Beispielsweise sollten weitere relevante Akteure bzw. Communities mit einem Transformations-Hub vernetzt werden. Darüber hinaus sollen Transformations-Hubs innovative Formate der Zusammenarbeit entwickeln, welche die Transformation ab einem bestimmten Reifegrad auch durch zusätzliche Förderung ermöglicht. Angesichts der absehbaren Dauer der Transformation muss es im Interesse der Transformations-Hubs sein, sich bei ihrer Zielgruppe selbst als Institution der Transformation zu positionieren, auch über eine geförderte Phase hinaus.

#### Transformations-Projekte sind Hauptwerkzeuge der digitalen Transformation

Als wichtigstes Transferinstrument für die Transformations-Hubs sind Transformations-Projekte mit einem gesonderten Fördervolumen vorzusehen. Transformations-Projekte haben das Ziel, mittelständische Unternehmen konkret beim Anschluss an das Datenökosystem der Leitindustrie zu unterstützen. Transformations-Projekte werden benötigt, um **notwendige Investitionen in die Migrationsarbeiten** zu unterstützen, **Kompetenzaufbau** im Mittelstand zu befähigen und Eigenentwicklungen von KMU zum Anschluss an Datenökosysteme zu fördern.

Eine Vielzahl an mittelständischen Unternehmen benötigt eine **Migration bzw. Datenaufbereitung** sowie einen Anschluss an das Manufacturing-X-Netzwerk, um die datenbasierten Grundlagen zur Teilnahme am jeweiligen Datenökosystem zu schaffen und damit einen eigenen Nutzen für Unternehmen zu ermöglichen. Die Schaffung einer einheitlichen Datenbasis ist ein wesent-

licher Faktor in mittelständischen Unternehmen, der finanzieller und fachlicher Unterstützung bedarf.

Eine wesentliche Transferaufgabe des Transformations-Hubs sollte es daher sein, mit Hilfe des Instruments der Transformations-Projekte Dienstleister der Digitalwirtschaft (Angebotsseite) mit Unternehmen des produzierenden Gewerbes (Nachfrageseite) verbinden zu können. Konkret sollen durch Transformations-Projekte nachfragende Unternehmen mit zusätzlichen finanziellen Mitteln (z.B. Migrationsgutscheinen, Steuervergünstigungen o. ä.) ausgestattet werden, um, unterstützt durch Transformations-Hubs, entsprechende Migrationsdienstleistungen in Anspruch nehmen zu können.

Neben einem Transfer durch Dienstleister sollen sowohl Anwender- als auch Anbieterunternehmen selbst befähigt werden, dass jedes Unternehmen individuell nutzenstiftend am Manufacturing-X-Netzwerk partizipieren kann. Daher müssen Unternehmen - insbesondere KMU - bei der **Entwicklung von Fähigkeiten und Kompetenzen** unterstützt werden, beispielsweise durch die Förderung oder Finanzierung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen.

Zudem sollen Start-ups, die Apps- bzw. Manufacturing-X-Services **selbst entwickeln**, durch Transformations-Projekte gefördert werden (z.B. durch Entwicklungsgutscheine).

### 3.4 Transfer-Management

Für den einheitlichen und schnellen Transfer übergreifender Ergebnisse (z.B. Anwendungsbeispiele) und Inhalte (z.B. Bedeutung und Notwendigkeit von Interoperabilität und einer intelligent vernetzten Industrie) an interessierte Unternehmen in ganz Deutschland sowie für die inhaltliche Vernetzung der Transformations-Hubs untereinander und mit den Leuchtturmprojekten bedarf es eines übergeordneten Transfer-Managements.

Das übergeordnete Transfer-Management muss Kommunikation und Marketing sowie Community- und Vernetzungsarbeit auf inhaltlicher Ebene vereinen können. Wichtig ist es, das Transfer-Management bereits zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu installieren und dies im Sinne eines konstruktiven Zusammenwirkens der geplanten Umsetzungsaktivitäten der Leuchtturm-

projekte in Abstimmung mit Transformations-Hubs zu koordinieren.

Der Auftrag zum **übergreifenden Transfer-Management** umfasst insbesondere:

- **Kommunikation:** aktives Marketing für die Gesamtinitiative sowie aller Leuchtturmprojekte entlang eines aufeinander abgestimmten Portfolios von Kanälen und Formaten
- eine **gemeinsame Internet-Plattform** für alle wesentlichen Informationen zur Manufacturing-X Initiative mit definierten Bereichen für alle Projekte entlang der üblichen Kategorien Ziele, Partner, (Zwischen-)Ergebnisse, Angebote, Veranstaltungen etc. Die Moderationsaufgabe besteht darin, konsequent inhaltliche Querverbindungen zu identifizieren und auszuarbeiten.
- aktives **Vernetzungs-Management** aller Projektbeteiligten v. a. entlang der inhaltlichen Schwerpunkte mit Querschnittscharakter über mehrere Projekte hinweg (z.B. Standards)
- die Perspektive der Systemlösung einzunehmen und permanent zwischen den Projekten nach **Integrationspotenzialen** zu suchen und deren Erschließung voranzutreiben
- sicherzustellen, dass die Lösungen der Anwendungsbeispiele in den Leuchtturmprojekten ein in Summe möglichst **kohärentes Gesamtsystem** für den Breiten-transfer ergeben
- eine **gemeinsame Intranet-Plattform** mit umfangreichen Funktionen für Transparenz, Vernetzung und Zusammenarbeit („Werkstatt“)
- Zusammenstellung eines **Sets von Transferinstrumenten**, die allen Transferakteuren in den Hubs bereitgestellt werden.

Je besser die Projektvernetzung und die Darstellung von Lösungen und Beispielen gelingt, desto besser lässt sich die Gesamtinitiative vermarkten und dadurch Impulse zur Transformation entwickeln. Die Projektvernetzung ist die Voraussetzung zur Identifikation von Integrationspotenzialen.

Entscheidend für die permanente Identifizierung und Erschließung von Integrationspotenzialen ist das aktive



Management der Vernetzung zwischen den Projekten bis zur Ebene einzelner Arbeitspakete und letztlich aller involvierten Experten. Dafür stellt das Transfer-Management Rahmenbedingungen, Koordinations- und Regiekapazität bereit.

## 3.5 Governance für Manufacturing-X

Eine offene Communitystruktur bringt die Akteure zusammen und gewährleistet hohe Transparenz. Eine erfolgreiche Umsetzung von Manufacturing-X erfordert eine Gesamtstrategie und eine Roadmap zur Umsetzung sowie einen organisatorischen Rahmen. In diesem Zusammenhang sollen branchenübergreifend alle involvierten und interessierten Akteure aus Unternehmen, Politik, Verbänden und Wissenschaft zusammenkommen und in einem **transparenten Beteiligungs- und Partizipationsprozess** die Entwicklung der Initiative aktiv mitgestalten können.

Dabei muss Manufacturing-X auf bestehenden inhaltlichen und organisatorischen Voraussetzungen aufbauen und diese zielführend erweitern, so dass bestehende Strukturen und Communities unter einem einheitlichen Dach kohärent interagieren können. Dies ist die Grundvoraussetzung dafür, dass ein Datenraum Industrie 4.0 mit der notwendigen Akzeptanz aller Marktakteure entstehen kann. Leitaufgabe der Initiative Manufacturing-X ist daher der Aufbau eines **umfassenden organisatorischen Rahmens**, in dem die bereits bestehenden Communities mit ihren etablierten Dialog- und Entscheidungsstrukturen zusammengeführt und falls notwendig ergänzt bzw. erweitert werden.

Die weitere Entwicklung und der Aufbau einer dezentral-organisierten Datenökonomie ist ein **konzertiertes industriepolitisches Projekt**, das sich in mehrere Phasen und verschiedene Aufgabenpakete strukturiert. In einer gemeinsam getragenen, sich stetig weiterentwickelnden Roadmap beschreibt Manufacturing-X die jeweils notwendigen Entwicklungs- und Implementierungsschritte.

### Die Manufacturing-X Governance basiert auf einer offenen & transparenten Organisation

Die zukünftige Governance der Initiative wird in eine

eigenständige Organisation mit Rechtsform eingebettet werden (müssen). Der Aufbau dieser Organisation erfordert eine **breite Unterstützung der beteiligten Partner**. Vor allem Unternehmen, die konkrete Manufacturing-X-Projekte durchführen, aber auch Verbänden, kommt hierbei eine zentrale Verantwortung zu. Die zu entwickelnde Organisation muss grundsätzlich transparent und **offen für Erweiterungen** sein, national wie international.

Über die genaue Organisationsstruktur und deren rechtliche Ausgestaltung wird erst im weiteren Prozess und nach Geeignetheit entschieden werden können. Hierfür dürften verschiedene Optionen in die Diskussion gebracht werden, wobei auch die Möglichkeit, bereits bestehende Strukturen zu nutzen, besteht: Innerhalb des Netzwerks Catena-X wird eine **Governance-Struktur** zum Aufbau eines Datenraums für die Wertschöpfungsprozesse in der Automobilindustrie etabliert. Die zukünftige Organisation von Manufacturing-X soll mindestens harmonisch mit Catena-X zusammenwirken, da beide vergleichbare und interoperable Grundlagen benötigen. Jedoch wird jeder Anwendungsbereich auch eigener Standards und Konzepte bedürfen.

Die **technische wie auch die organisatorische Basis** für den Aufbau einer branchenübergreifenden Manufacturing-X Community ist gelegt. Zu zentralen Einzelaspekten, insbesondere im Bereich der technologischen Interoperabilität, sind Stand heute bereits Strukturen zur Organisation und Moderation einzelner Elemente eines Datenraums Industrie 4.0 am Markt etabliert. Organisationen wie beispielweise die OPC-Foundation, die Industrial Digital Twin Association (IDTA), die International Data Space Association (IDSA), die Open Industry 4.0 Alliance (OI4A) und Catena-X bündeln die technologische Diskussion innerhalb ihrer jeweiligen Community bzw. Hemisphäre und verantworten die Entwicklung einzelner Technologiebausteine und deren Implementierung in spezifischen Branchen (Catena-X).

Manufacturing-X setzt auf diesen organisatorischen Ansätzen auf und führt sie mit weiteren Initiativen aus den zahlreichen Branchen der industriellen Produktion zusammen. So bildet Manufacturing-X erstmals einen **übergreifenden organisatorischen Rahmen**, der die bestehenden Organisationen unter einer gemeinsam getragenen, einheitlichen Gesamtstrategie zusammenführt. Dieser bietet Leitplanken für den kooperativen Dialog zur stetigen Weiterentwicklung einer branchenübergreifenden Systemarchitektur und sichert

damit die grundsätzliche Interoperabilität zwischen den einzelnen Branchenlösungen und Implementierungen innerhalb eines einheitlichen, umfassenden „Datenraums Industrie 4.0“.

### Zentrale Themenfelder werden in der Manufacturing-X Governance entwickelt

Zentrale Themenfelder, die ein solcher Organisationsrahmen adressieren und **im Dialog und mit breiter Zustimmung** aller involvierten Stakeholder entwickeln muss, umfassen: Gesamtstrategie und Roadmap, Systemarchitektur und Standards, Breitentransfer und Skalierung, Zertifizierung und Betriebskonzepte, nationale und internationale Vernetzung, Marketing und Öffentlichkeitsarbeit sowie tragfähige Open Source Repositorien.



In der zukünftigen Organisationstruktur der Initiative werden (mindestens) folgende Aufgaben koordiniert und harmonisiert werden müssen, die aus heutiger Sicht zumindest den Startpunkt der zukünftigen Entwicklung beschreiben:

**Gesamtstrategie, Roadmap, Koordinierung:** Eine erfolgreiche Umsetzung einer dezentralen Datenökonomie in der Industrie erfordert das kooperative Zusammenwirken zahlreicher Akteure und Organisationen. Dies bedarf sowohl der Entwicklung tragfähiger Strukturen zur Koordination und Synchronisation der unterschiedlichen Aktivitäten als auch des Aufbaus effizienter Entscheidungsstrukturen zur gezielten Steuerung der Gesamtinitiative entlang einer sich stetig weiterentwickelnden Roadmap.

Grundaufgabe der Governance für Manufacturing-X ist die Bereitstellung eines organisatorischen Rahmens zur Etablierung, Umsetzung und Fortschreibung einer übergreifenden Roadmap zur Implementierung des Datenraums Industrie 4.0. Die verschiedenen Akteursgruppen verorten sich mit ihren individuellen Ansätzen in einer solchen Strategie und richten ihre jeweiligen Aktivitäten

entlang dieser durch alle Stakeholder gemeinsam getragenen Roadmap aus („Nordsternfunktion“). So entsteht im Dialog der verschiedenen Stakeholder eine kollaborative Umsetzungsplanung zum Aufbau eines interoperablen Datenraums Industrie 4.0. Die Initiative Manufacturing-X bildet dabei den notwendigen organisatorischen Rahmen zur Koordination aller involvierter Akteure und Maßnahmen bei der Umsetzung der gemeinsam definierten, sich stetig weiter entwickelnden Roadmap.

**Technologie:** Erste Referenzimplementierungen für den Aufbau einer industriellen Datenökonomie liegen vor. Zentrale Elemente werden in eigenständigen Organisationen wie z.B. Gaia-X, IDTA oder der OPC-Foundation gehostet und unabhängig voneinander kontinuierlich weiterentwickelt. In den Projekten von Manufacturing-X werden die einzelnen Elemente zum Aufbau digitaler Ökosysteme genutzt und zusammengebracht. Dies erfordert die Organisation eines kontinuierlichen Austauschprozesses zwischen den Technologieanbietern und den Applikationsprojekten, um auf dem jeweils aktuellen Entwicklungsstand aufsetzen zu können. Gleichmaßen müssen die jeweiligen Anforderungen aus

der Anwendung zurückgegeben werden, um die weitere Technologieentwicklung an den aktuell identifizierten Bedarfen auszurichten.

Die notwendigen Dialog- und Austauschprozesse und Entscheidungsstrukturen sind derzeit nicht implementiert und müssen im Rahmen von Manufacturing-X aufgebaut werden. Wesentlich sind dabei offene, transparente und gleichermaßen rechtssichere Strukturen, in denen die Technologie-Anbieter mit den Anwendern (z.B. aus geförderten Leuchtturmprojekten zur Implementierung der Datenökosysteme) gemeinsam ihre Erfahrungen aus den initialen Umsetzungsprojekten austauschen und in eine effiziente Weiterentwicklung überführen können.

**Systemarchitektur und Standards:** Technisch-organisatorische Grundlage für die Etablierung interoperabler Datenökosysteme in den verschiedenen Branchenwendungen ist eine gemeinsam getragene Basisarchitektur für die Industrie. Neben technischen Aspekten der Interoperabilität muss eine solche Architektur (mindestens) einen einheitlichen rechtlichen und wirtschaftlich-organisatorischen Rahmen beschreiben, um Kooperationen zwischen den Akteuren des Wertschöpfungsnetzes ökonomisch effizient zu ermöglichen. Die einzelnen Fragmente einer solchen Architektur werden parallel in verschiedenen Leuchtturmprojekten beschrieben (s. Kapitel 3.1) und im Rahmen eines projektübergreifenden Ansatzes in einer gesonderten Maßnahme durch ein Synchronisierungsprojekt (s. Kapitel 3.2) zu einer grundlegenden Systemarchitektur als gemeinsame Basis für den Datenraum Industrie 4.0 überführt. Zusätzlich ist die Standardisierung zentrales Element der Systemarchitektur. Koordinative Aufgaben sind hier vorrangig die Beschreibung der notwendigen Standardisierungsaufgaben, die Identifizierung geeigneter nationaler und internationaler Standardisierungsgremien sowie die Orchestrierung bzw. aktive Begleitung der entsprechenden Prozesse aus den Reihen der Manufacturing-X Community.

Der Aufbau der Systemarchitektur erfolgt aus einem Ansatz verteilter Projekte und paralleler Entwicklungen. Wesentlich für den Erfolg ist ein gemeinsames organisatorisches Dach, das den involvierten Projekten und Konsortien (s. Kapitel 3.1) die notwendigen Strukturen für den gegenseitigen Dialog und einen sicheren Handlungs- und Entscheidungsrahmen bei der Abstimmung möglicher Bausteine (und ggf. der sich daraus ergebenden Standards) für die Systemarchitektur des Daten-

raums Industrie 4.0 ermöglicht. Die notwendigen Strukturen und Abstimmungsprozesse gehen dabei weit über den Umsetzungs- bzw. Verantwortungsbereich der einzelnen Projekte hinaus und sind im Rahmen der Gesamtinitiative als kooperative Governance zu Aufbau und Management dieser Community zu entwickeln und aufzusetzen.

**Marketing und Öffentlichkeitsarbeit:** Manufacturing-X benötigt als konzertierte Initiative verschiedenster Stakeholder einen einheitlichen Außenauftritt sowie eine gemeinsame Dachmarke, die jenseits der Einzelprojekte den Gesamtansatz und den jeweiligen kollaborativen Ergebnisstand (wie z.B. die Elemente der Systemarchitektur) gegenüber der Fach-, politischen und allgemeinen Öffentlichkeit vorstellt und vertritt. Darüber hinaus bedarf es der Etablierung einer einheitlichen Anlaufstelle, die im Dialog mit vergleichbaren Datenraum-Ansätzen anderer Sektoren („Sektorenkopplung“) auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene den gegenseitigen Austausch für die Manufacturing-X Community koordiniert und moderiert.

**Nationale und internationale Vernetzung:** Die Wertschöpfungsnetze der Industrie sind global. Auch wenn Manufacturing-X initial (aus pragmatischen Gründen) als nationale Initiative aufgesetzt wird, ist von Anfang an eine enge Vernetzung und Einbindung in den europäischen und globalen Kontext notwendig, dies gleichermaßen, um Ergebnisse aus Manufacturing-X nahtlos auch im Internationalen zu skalieren und um relevante Entwicklungen beispielsweise im regulatorischen Umfeld der EU-KOM (z.B. Data Act) frühzeitig aufzugreifen zu können.

**Breitentransfer:** Der Erfolg von Manufacturing-X wird wesentlich von einem dynamischen Wachstum der Community und der Zahl der Unternehmen und Organisationen abhängen, die sich im Datenraum Industrie 4.0 engagieren, sich zu den damit verbundenen Basis-Regeln bekennen, diese nutzen und anwenden. Der Ergebnistransfer in die Breite der Unternehmen muss dabei über aktuelle Ergebnisse zur Entwicklung des Datenraums und daraus resultierenden Mehrwerten für Unternehmen informieren, passfähige Lösungsansätze zur Adaption („Plug-and-Play“) anbieten sowie einen Rückkanal aus der Praxisanwendung in die technologische Entwicklung etablieren. Das bestehende Ökosystem bietet hierzu effiziente Kommunikations- und Transferstrukturen, typischerweise getragen durch die jeweiligen Branchenverbände. Darüber hinaus bedarf es

zusätzlich einer branchenübergreifenden Orchestrierung und Koordination, um beispielsweise technische Inhalte des Transfers mit den aktuellen technologischen Entwicklungen in der Manufacturing-X Community abzugleichen und in zielgruppengerechte Formate zu überführen. Auch sind mit zunehmender Marktreife und Verbreitung praxisnahe Organisationsstrukturen zur Identifikation themen- und/oder branchenspezifischer Anforderungen der Anwender an die Lösungskonzepte aufzusetzen, um einen zielführenden Dialog zwischen der kontinuierlichen Entwicklung (vgl. Kapitel 3.1 und 3.2) und der Breitenimplementierung (vgl. Kapitel 3.3 und 3.4) zu gewährleisten.

**Open Source Repository:** Die Entwicklung und Etablierung der Systemarchitektur ist ein kollaborativer Prozess der gesamten Manufacturing-X Community, der jedem Stakeholder einen offenen Zugang zu den (validierten) Kernbausteinen und -ergebnissen sowie die Möglichkeit der aktiven Partizipation an der Gesamtentwicklung ermöglichen muss. Hierzu bedarf es einer abgestimmten Open-Source-Strategie mit einer definierten Policy zur Beteiligung und individuellen Kontribution. Beispielhafte Prozesse sind sowohl innerhalb von Gaia-X als auch zur Entwicklung der Verwaltungsschale durch die IDTA oder im Catena-X-Netzwerk innerhalb des Eclipse-Umfeldes erfolgreich umgesetzt, sodass auf diesen Ansätzen organisatorisch aufgesetzt und diese entsprechend weiterentwickelt werden können.

**Zertifizierung:** In einer Umsetzung der zu entwickelnden Konzepte am Markt werden Interoperabilität und Funktionalität fundamental von der „Umsetzungstreue“ der wettbewerblichen Applikationen gegenüber den definierten Systemlösungen abhängen. Um hier ein hohes Maß an Verbindlichkeit und Vertrauen im Markt zu sichern, haben sich Zertifizierungsansätze für zentrale Bausteine etabliert bzw. werden so derzeit bereits für Einzellösungen (OPC, Catena-X, ...) umgesetzt. Entsprechend ist für eine zukünftige Marktphase ein Zertifizierungskonzept für zentrale Elemente aus Manufacturing-X zu erarbeiten, das skalierbar und für die Teilnehmenden ökonomisch effizient einen verlässlichen Zugang zum Datenraum gewährleistet.

**Betriebskonzepte:** Ein zukünftiger Betrieb des Datenraums Industrie 4.0 wird auf einigen zentralen Diensten basieren, die dem Ökosystem als grundlegende „Infrastruktur“ zur Verfügung stehen bzw. gestellt werden müssen. Am Beispiel erster Applikationen und Use Cases, sowohl aus dem Catena-X-Netzwerk als auch aus den initialen Projektansätzen in Manufacturing-X, müssen projektübergreifend technologische, organisatorische und wirtschaftliche Anforderungen an den Betrieb solcher Dienste abgeleitet und im Dialog mit der Community abgestimmt werden. Dies ermöglicht eine hohe Akzeptanz der Nutzer für eine spätere Umsetzung am Markt und erlaubt die Entwicklung stabiler, wettbewerbsfähiger Betriebsmodelle für nachhaltige, marktwirtschaftliche Umsetzung eines Datenraums Industrie 4.0.

## 4. Ausblick: Was jetzt zu tun ist

Parallel zur Entwicklung der ersten Umsetzungsbau- steine müssen die notwendigen Strukturen zur Organisation der oben beschriebenen Koordinations- und Orchestrierungsaufgaben entwickelt werden. Hierzu soll aus der Plattform Industrie 4.0 heraus eine Kern- gruppe zentraler Stakeholder aus Unternehmen, Ver- bänden, Wissenschaft und öffentlicher Hand zusam- mengebracht werden, die als Nukleus den Aufbau einer Manufacturing-X Community verantwortet und voran- treibt. Die etablierten Prozesse der Plattform Industrie

4.0 sollen genutzt werden, um im gemeinsamen Dialog tragfähige Management-Strukturen für Manufacturing-X zu legen und das Akteursspektrum sukzessive zu erwei- tern. Innerhalb der kommenden zwölf Monate sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, die im weite- ren Verlauf die Orchestrierung der Manufacturing-X Community verantworten und die Entwicklung eines Datenraums Industrie 4.0 als öffentlich-private Innova- tions-Partnerschaft ermöglichen.