

Disruptionsfaktor Datencontainer

Wie Standardcontainer die physische Welt verändert haben –
und Datencontainer die digitale Welt verändern werden

Zusammenfassung

Wenn Daten das Öl der Zukunft sind, warum ist der „neue Ölboom“ in der Industrie bisher ausgeblieben? Diese Frage stellte sich in den 1970er Jahren auch in der Güterlogistik, bevor es wenig später zu tektonischen Veränderungen der globalen Wirtschaft kommen sollte. Zwischen der Entwicklung der Containerlogistik für den Transport physischer Güter und der Logistik von Daten in und zwischen Unternehmen gibt es faszinierende Ähnlichkeiten, die uns als Inspiration und als Leitfaden für notwendige Entwicklungspfade in der digitalen Welt der Industrie 4.0 dienen können und sollten.

Industrie 4.0: Ist die Revolution ausgeblieben?

"Das Internet of Things (IoT) wird alle Dinge mit jedem in einem integrierten globalen Netzwerk verbinden. Menschen, Maschinen, natürliche Ressourcen, Produktionslinien, logistische Netzwerke, Konsumentenverhalten, Recyclingflüsse und quasi jeder andere Aspekt eines ökonomischen und sozialen Lebens wird mittels Sensoren und Software zu einer IoT-Plattform, die kontinuierlich große Datenmengen (Big Data) jedem Netzknoten – Unternehmen, Haushalte, Fahrzeuge – von Augenblick zu Augenblick in Echtzeit zuführt. Big Data im Gegenzug wird – mit fortgeschrittener Analytik verarbeitet, transformiert in prädiktive Algorithmen und programmiert in Form von automatisierten Systemen zur Verbesserung der thermodynamischen Effizienzen – dramatisch die Produktivität erhöhen sowie die Grenzkosten der Produktion und Lieferung der Gesamtheit von Gütern und Leistungen über die gesamte Wirtschaft hinweg auf annähernd Null reduzieren."¹

Diese Prophezeiung des U.S. amerikanischen Ökonomen und Publizisten Jeremy Rifkin aus dem Jahre 2014 passt zur Gesinnung der zeitgleich in Deutschland agierenden Initiatoren der Industrie 4.0. Nach tiefgreifender Zäsur der Finanz- und Wirtschaftskrise in den Jahren 2008 und 2009 boten insbesondere Informations- und Kommunikationstechnologien vielversprechende Potenziale und Perspektiven für das Wirtschaften von Industrieunternehmen. Industrie 4.0 wurde zum Kondensationskeim vieler Ideen, Konzepte und Technologien, um diese Stagnation zu durchbrechen². Das Ziel einer tiefgreifenden Digitalisierung der Wirtschaft zur Erschließung neuer Geschäftsmöglichkeiten und -fähigkeiten sowie zur Stärkung der Wettbewerbsposition durch dramatische Steigerung von Effizienzen wurde zum übergreifend akzeptierten Leitziel über alle Industriesektoren und Kontinente hinweg. „Nicht die Religion, die Revolution ist das Opium des Volkes“ wird die Philosophin Simone Weil zitiert³. Und die Prophezeiung der Industrie 4.0-Revolution fand viele Anhänger. Und viele Anhänger wurden aktiv und investierten in sehr erheblichen Umfängen in die Digitalisierung und Automatisierung ihrer Prozesse und Geschäftsfelder. Wo aber bleibt der durch Daten

¹ Rifkin, J.: The Zero Marginal Cost Society. St. Martin's Press, New York 2014, S. 11

² Kagermann, H., Wahlster, W.: Zehn Jahre Industrie 4.0. Gastbeitrag in der F.A.Z. vom 29. April 2021

³ Eilenberger, W.: Feuer der Freiheit. Klett-Cotta Verlag, Stuttgart 2020, S. 298

getriebene volkswirtschaftliche Schub? In Wachstums- und Produktivitätsstatistiken jedenfalls sucht man vergeblich nach einem durch „neues Öl“ getriebenen Boom.

Im Alltag eines Unternehmens genauso wie im privaten Leben spielen Daten selbstverständlich eine zunehmende Rolle. Wir erzeugen mehr Daten und tauschen mehr Daten aus als jemals zuvor. Die Datenflüsse innerhalb von Unternehmen als auch über Unternehmensgrenzen hinweg wachsen kontinuierlich. Allerdings sprechen wir über graduelle, schrittweise Veränderungen, nicht über lawinenartige Umbrüche, die in volkswirtschaftlichen Kennzahlen sichtbar würden. Disruptive Effekte sind eher rar. Ausnahmen bestätigen die Regel. So haben wir einen Boom bei Cloud-Anbietern und dem Bau von Rechenzentren erlebt. In der Breite ist die einst prophezeite Revolution bisher ausgeblieben. Die aktuelle Covid-Pandemie hat der Digitalisierung einen erheblichen Schub gegeben – allerdings „nur“ im Sinne von Kommunikation zwischen Menschen und der Anschaffung von IT-Equipment und nicht im weiteren Sinne von konventionellen volkswirtschaftlichen Gütern, nachhaltigen Prozessen oder der Nutzung von Digitalisierung für das Management regenerativer Energien oder der Kopplung von Sektoren.

Über die Logistik von Daten und Gütern

Die Bedeutung intelligenter Geräte und ihrer Vernetzung im Sinne des oben angesprochenen Internets der Dinge hat sich in den letzten Jahren sowohl im privaten als auch im industriellen Umfeld an vielen Stellen manifestiert. Mit den Cloudplattformen, den sogenannten Hyperscalern, und deren Einzug im privaten Leben als auch in Unternehmen wurde das Verständnis über Plattformen und Ökosysteme für eine zukünftige, stärker digitalisierte Wirtschaft geschärft. Gerade der zwingend notwendige Wandel der Industrie zu nachhaltigem Wirtschaften mit dem Ziel der CO₂-Neutralität, der Wiederverwendung von Materialien im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, der Vermeidung gefährlicher Stoffe und problematischer Rohstoffe sowie der Sicherstellung menschenwürdiger Arbeitsbedingungen entlang der Lieferketten setzt parallel zu den physischen Warenströmen funktionierende Datenflüsse innerhalb von Unternehmen als auch über Unternehmensgrenzen hinweg auf globaler Ebene voraus. Eine wesentliche Voraussetzung für die Industrie 4.0-Vision ist daher eine funktionierende, barrierefreie und globale „Datenlogistik“. Analog zur Logistik physischer Güter geht es dabei um den Fluss oder Transport von Daten von einem „Ort“ zu einem anderen „Ort“. Und genau in diesem Punkt fehlen uns wesentliche Durchbrüche!

Letztlich verhält es sich mit immateriellen Dingen, wie eben Daten, nicht anders als mit materiellen, greifbaren Dingen in der physischen Welt. Nur die Nachfrage nach Öl in Form von Automobilbesitzern oder einer aufkommenden Petrochemie sowie die Verfügbarkeit von Öl auf der anderen Seite, reichten Anfang des letzten Jahrhunderts längst nicht aus, damit funktionierende neue Wirtschaftskreisläufe in Gang kommen konnten. Quelle und Nachfrage müssen miteinander über eine funktionierende Logistik verbunden werden. Autofahren ohne eine Infrastruktur mit Tankstellen, die wiederum ausreichend gut versorgt werden und akzeptable Abgabepreise realisieren können, war für die breite Masse von Menschen nicht möglich. Ebenso machte sich Henry Ford vor ca. 100 Jahren Gedanken darüber, wie seine Kunden bei Reparaturbedarfen unterstützt werden können, da es kein Netz von Werkstätten gab⁴. Ähnliches erleben wir aktuell in der Wende zur E-Mobilität, deren Wachstumsszenarien maßgeblich durch die Verfügbarkeit einer funktionierenden (Schnell-) Ladeinfrastruktur sowie die erreichbaren⁵ Fahrzeugpreise und Betriebskosten bestimmt werden.

⁴ Ford, H.: My Life And Work. Project Gutenberg Ebook, 2005, Pos. 519

⁵ Insbesondere bei den Fahrzeugpreisen bestehen teilweise große Preisunterschiede zu den klassischen Verbrennerfahrzeugen, u. a. aufgrund etablierter (Produktions-)Technologien und Skaleneffekten.

Viele Details müssen passen, bevor das Ganze – das System – ins Rollen kommt. Die Geschwindigkeit des Wandels wird dabei neben der grundsätzlichen Verfügbarkeit funktionierender Technologien durch erforderliche initiale (Durchbruchs-) Investitionen sowie erreichbare Grenzkosten⁶ in einer funktionierenden Infrastruktur⁷ bestimmt. Ganz sicher aber kann der Wandel nicht herbeigeredet werden. Eine legitime Revolution zeichnet sich nicht durch prahlerische Reden aus, sondern dadurch, dass sie einfach passiert, eine Erkenntnis geäußert von Andreas Wolf, Internet Outlaw in Jonathan Franzen's Roman *Purity*⁸.

Also woran fehlt es, um einer datengetriebenen Ökonomie zu mehr Dynamik zu verhelfen und einen „neuen Ölboom“ zu entfachen? Mit dem Internet ist spätestens seit den späten 1990er Jahren eine leistungsstarke globale Infrastruktur verfügbar, die es grundsätzlich ermöglicht, Daten zu Grenzkosten von annähernd null weltweit zu verteilen. Auch an der Verfügbarkeit von Softwareanwendungen und Diensten mangelt es nicht. Deren Zahl und Vielfalt ist explodiert.

Um sich den zu lösenden Fragestellungen einer globalen Datenlogistik anschaulich nähern zu können, lohnt sich ein Blick auf die globale Logistik von physischen Gütern. Der globale Warenverkehr hat in den letzten Jahrzehnten dramatisch zugenommen und eine verzahnte Weltwirtschaft ermöglicht, die überall dort, wo hinreichend stabile Rahmenbedingungen vorlagen, zu einem teils steilen Anstieg des Lebensstandards führte. Auf der anderen Seite kommt die globale Warenwirtschaft auch mit Überraschungen daher. Sitzt man in einem Restaurant in New York oder Los Angeles, ist es nicht ungewöhnlich, Mineralwasser aus Italien oder Frankreich serviert zu bekommen. Ungeachtet der ökologischen Fragwürdigkeit des interkontinentalen Transports von Wasser zwischen wasserreichen Nationen bleibt die ökonomische Frage: Wie ist es kostentechnisch überhaupt möglich, Wasser tausende von Kilometern zu transportieren und zu noch wettbewerbsfähigen Preisen verkaufen zu können?

Die Antwort auf diese Frage liegt in dem, was Ökonomen als „Grenzkosten annähernd null“ bezeichnen. Der Begriff der Grenzkosten bezeichnet die Zusatzkosten, die zur Herstellung und/oder Logistik einer weiteren Einheit anfallen. Aufgrund der großen Volumina (economies of scale) und der durch Standardisierung erreichten hohen Effizienzen sind die Stückkosten für einen globalen Warentransport per Schiff heute auf einen verkaufsirrelevanten, kleinen Betrag geschrumpft. Die Transportkosten für eine Kiste Mineralwasser auf einer interkontinentalen Strecke sind geringer als die Preisunterschiede zwischen unterschiedlichen Marken im Heimatmarkt der Erzeuger. Die Gewinnungs- und Transportkosten von Mineralwasser sind, selbst bei Premiumprodukten, nah beieinander und verschwindend gering im Vergleich zum Verkaufspreis⁹. Obwohl die Investitionen für die notwendige globale Logistikinfrastruktur immens waren, führen Masse und Effizienzen zu sehr geringen Stückkosten. Gleiches gilt seit Jahren für die globale Logistik von Öl. Auch dort haben die Transportkosten nur einen sehr geringen Anteil am Abgabepreis für einen Liter Benzin oder Diesel. In Deutschland liegt dieser Transportkostenanteil im unteren einstelligen Prozentbereich. Mitte des letzten Jahrhunderts war die Wirtschaftlichkeit derartiger Warenströme schlicht unvorstellbar.

⁶ Als **Grenzkosten (engl. marginal cost)** bezeichnet man in der Betriebswirtschaft die Kosten, die zur Herstellung einer Mengeneinheit mehr erforderlich sind. Die Grenzkostenfunktion ist die erste Ableitung der Gesamtkostenfunktion und beschreibt somit die Steigung der Kosten in Abhängigkeit der Menge. Im Umfeld der Digitalisierung spricht man häufig von „Grenzkosten annähernd null“ bei Prozessen, bei denen die Kosten für eine zusätzliche Mengeneinheit vernachlässigbar sind. Ein Beispiel ist das Versenden bzw. Übertragen einer zusätzlichen E-Mail. Weder für Empfänger noch für den Sender fallen dafür messbare Zusatzkosten an.

⁷ Eine gute Analogie stellt das Autofahren dar, deren Umsetzung durch Investitionen in Infrastruktur wie Verkehrswege mit Autobahnen, Landstraßen oder Brücken- und Tunnelbauten sowie einheitliche Regeln für die Fahrzeugnutzung beschleunigt wurde.

⁸ Franzen, J.: *Purity*. Fourth Estate, London 2015, S. 448

⁹ Otte, T.: *Selbstähnliche Unternehmensführung*, 2014, S. 27

In der globalen Logistik von Stückgütern spielte der 1913 in Maxton, North Carolina, geborene U.S.-Amerikaner Malcom Purcell McLean die Rolle, die ein Südafrikaner namens Elon Musk viele Jahrzehnte später für die E-Mobilität spielen sollte. In armen Verhältnissen aufgewachsen kaufte McLean einen gebrauchten LKW und gründete zusammen mit seinen Geschwistern 1935 eine kleine Speditionsfirma, die ihr Geschäft mit dem Transport von Tabakfässern begann. Als LKW-Fahrer erlebte er die zeitraubenden mit langen Wartezeiten verbundenen Ver- und Umladeprozesse an den von ihm angesteuerten Häfen. In der damaligen Zeit wurden Logistikkosten sehr wesentlich durch Personalkosten für das Umladen bestimmt. Ein Heer von Dockarbeitern, bestens in Gewerkschaften organisiert, verdiente seinen Lebensunterhalt mit dem Aus- und Umpacken, dem Tragen und Verstauen von Waren. Der U.S.-amerikanische Journalist, Ökonom und Historiker Marc Levinson recherchierte logistische Kostenstrukturen aus unterschiedlichen Dekaden im 20. Jahrhundert. Bei einem Transport einer Ladung von Medizinprodukten von Chicago nach Nancy im Jahre 1960 betrugen die Hafengebühren, die im Wesentlichen durch Personalkosten der Dockarbeiter bestimmt waren, knapp 50 % der gesamten Logistikkosten. Die Gesamtkosten für den Transport waren zu dieser Zeit das bestimmende Hindernis für den weltweiten Handel und lagen über Ein- und Ausfuhrzöllen der jeweiligen Länder¹⁰.

Als umtriebiger Unternehmer entwickelte Malcom McLean in den 1950er Jahren Ideen, wie man das Verladen von Gütern vereinfachen oder vermeiden könne. Aufgrund der staatlich stark regulierten Vergabe von Transportrouten für Expeditionen sowie der zunehmend schwierigen Verkehrslage auf den Straßen – Not macht erfinderisch – wurde die Idee geboren, LKW-Auflieger per Schiff zwischen Newark und Houston zu transportieren. Mit Hilfe des Ingenieurs Keith Tantlinger entstand aus dieser Idee ein stapelbarer Seefrachtcontainer. Am 26. April 1956 belud ein Kran im Sieben-Minutentakt das umgebaute Tankschiff Ideal-X im Hafen von Newark, New Jersey, im Beisein vieler Würdenträger mit Containern. Wenige Tage später erreichte die Ideal-X unter vielen staunenden Augenpaaren den Hafen von Houston. Die Logistikkosten dieser Überfahrt betrugen weniger als 10 % der sonst üblichen Kosten¹¹. Zehn Jahre später wurde erstmals ein Container in Bremerhaven verladen¹².

Der große Effizienzeffekt des Seefrachtcontainers liegt in der standardisierten Handhabung sowie der vielfältigen Transportmöglichkeiten, die neben Containerschiffen auch Binnenschiffe, Güterzüge und LKWs umfassen. Dies ermöglicht einen Transport über weite Strecken ohne Umpacken der Güter. Ebenso können die Güter durch das Verschließen des Containers gegen Diebstahl gesichert werden. Sehr wesentlich für die Containerschiffahrt war die rechtzeitige internationale Standardisierung 1968 und 1970 durch die International Maritime Organization. Erst diese Standardisierung sicherte die Etablierung eines globalen Standards ab (heute ISO 668). Neben dem geschlossenen Blechcontainer gibt es heute viele kompatible Varianten zum Transport von Gasen oder Flüssigkeiten, von gekühlten Gütern oder PKWs. Sogar Container zum Wohnen sind in diesem Format verfügbar. Doch bis dahin war es ein langer von Turbulenzen begleiteter Weg, auf dem viele neue Arbeitsplätze an den unterschiedlichsten Orten der Welt entstanden, viele etablierte Arbeitsplätze für immer verschwanden, viele Unternehmen enormes Wachstum erlebten oder in die Insolvenz getrieben wurden.

„The standard container has all the romance of a tin can“, schreibt Marc Levinson treffenderweise. Doch er gehört zu den disruptiven Elementen, die die globale Weltwirtschaft von heute erst ermöglicht haben. Ca.

¹⁰ Levinson, M.: The Box. 2. Aufl. Princeton University Press, Princeton 2016, S. 11

¹¹ Levinson, M.: The Box. 2. Aufl. Princeton University Press, Princeton 2016, S. 68

¹² Witthöft, H. J.: Container. Die Mega-Carrier kommen. 2. Aufl., S. 22

60 % aller Warentransporte auf See werden heute über Container abgewickelt. Der Containerdurchsatz aller Häfen weltweit beläuft sich derzeit auf über 800 Millionen 20 Fuß-Container¹³. Mit zunehmender Durchdringung des Standardcontainers wuchs die Anzahl der weltweiten Containerschiffe von wenigen hundert in den 1970er Jahren auf rund 9.500 um die Jahrtausendwende¹⁴. Während Containerschiffe 1968 ca. 1.500 20-Fuß-Container aufnehmen konnten, hat sich diese Zahl bis heute versechzehnfacht auf 24.000 20-Fuß-Container. Mit der steigenden Größe der Schiffe sank ihr Bestand. Er liegt heute bei ca. 5.000 Schiffen¹⁵. In Summe gab es im Jahr 2021 weltweit eine Transportkapazität von 25 Millionen 20-Fuß-Container¹⁶. Dies entspricht einer Versechsfachung in den vergangenen 20 Jahren¹⁷.

In der globalen Datenlogistik stehen wir heute dort, wo die Güterlogistik ungefähr in den 1960er und 1970er Jahren stand. Es gab einen zunehmenden Transportbedarf zwischen Nordamerika, Japan, Südostasien und Europa. Es gab verschiedene Arten von Containern. Die Standardisierungsbemühungen waren im Gange. Auch gab es Schiffe, Züge und LKWs, die Container transportieren konnten und mehrere Häfen in den jeweiligen Ländern, die für das Verladen von Containern ausgerüstet waren. Der eigentliche Umbruch in der Breite stand noch bevor. Heute steigen die Bedarfe zum Austausch von Daten im industriellen Kontext kontinuierlich an. Dabei geht es vorrangig um Daten rund um Produkte und Dienstleistungen, also Daten im direkten Zusammenhang mit Gütern, die entwickelt, produziert, verteilt, genutzt und verwertet werden. Im Laufe des Lebenszyklus dieser Güter entstehen Daten und werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Orten zu unterschiedlichen Zwecken verwendet. Diese Daten fließen zwischen Maschinen, zwischen Maschinen und IT-Systemen oder zwischen IT-Systemen innerhalb eines Unternehmens oder über Unternehmensgrenzen hinweg. Analog zur damaligen Güterlogistik gibt es eine Vielzahl von „Containern“ zum Transport von Daten. Die Transportkosten sind verschwindend gering, leider nicht die Kosten und Durchlaufzeiten zur Einrichtung einer neuen Transportverbindung¹⁸. Daher gibt es viele Strecken, auf denen Daten fließen könnten und sollten, aber eben nicht fließen.

Mit Industrie 4.0 hat sich weltweit der Begriff des digitalen Zwillings etabliert, der auf abstrakte Weise genau diese Daten bezeichnet, die zu einem Produkt und Gut in diversen IT-Systemen existieren. Der digitale Zwilling eines physischen Produktes wird in seinen Grundzügen in der Produktentwicklung erzeugt. Die Produktion erweckt ihn zum Leben und in der Nutzung und Verwertung des Produktes werden Daten generiert und für unterschiedliche Zwecke verwendet. So wie das physische Produkt im Laufe seines Lebens den Besitzer wechselt, gehört auch der digitale Zwilling nicht nur einer legalen Person. Tatsächlich ist der Besitz des digitalen Zwillings komplizierter als der eines physischen Produktes¹⁹.

Das Betörende am digitalen Zwilling ist die Einfachheit der Idee. In der Praxis – also der realen Welt von IT-Systemen in Unternehmen – ist der digitale Zwilling bisher eher Mythos als Wirklichkeit, eher abstrakte Vision als tatsächliches technisches Artefakt. Die Fabriken und Häfen der digitalen Welt sind IT-Systeme. Daten zu Produkten tauchen in den verschiedenen IT-Systemen eines Unternehmens an vielen Stellen in vielen unterschiedlichen Formen für sehr unterschiedliche Verwendungszwecke auf. In der Entwicklung wird ein

¹³ Statista, <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#dossierKeyfigures>, abgerufen am 13.01.2022

¹⁴ United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD

¹⁵ Statista <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#dossierKeyfigures>, abgerufen am 13.01.2022

¹⁶ Statista <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#dossierKeyfigures>, abgerufen am 13.01.2022

¹⁷ Laut ISL, Lloyd's Maritime Information Services von 2000 betrug die Gesamtkapazität von Containerschiffen weltweit rund 4,3 Millionen TEU.

¹⁸ Die Kosten und Durchlaufzeiten zur Herstellung einer Datenverbindung umfassen die Fragen der technischen Interoperabilität, der notwendigen rechtlichen Absprachen und der IT-Security, meist bezogen auf die Vertraulichkeit von Daten.

¹⁹ Zu weiterführenden Ausführungen sei an dieser Stelle auf die Veröffentlichungen der Plattform Industrie 4.0 verwiesen: <https://www.plattform-i40.de/>

Finite-Elemente-Modell erstellt, um das mechanische Verhalten eines Produktes zu analysieren. In der Herstellkostenrechnung im Controlling tauchen Daten zur Produktstruktur und den notwendigen Fertigungsschritten auf. Die Produktion erzeugt Prozess- und Qualitätsdaten während der Erstellung von Produkten, und in einem Online-Shop finden wir digitale Produktkataloge mit den verkaufsrelevanten Informationen. Produktdaten fließen also innerhalb eines Unternehmens zwischen vielen IT-Systemen hin und her und werden dabei häufig transformiert und mit unterschiedlichen Mitteln transportiert.

Beim Einkauf und beim Verkauf werden Produktdaten zwischen Geschäftspartnern übertragen. Dies sind im einfachsten Fall Produktnummer, -name und -preis auf einer Bestellung oder einem Kundenauftrag. Ebenso nutzen Produktentwickler digitale Produktkataloge und Produktdatenplattformen, um Bauteile, Komponenten und Materialien einschlägiger Lieferanten auszuwählen. Während der Nutzung eines Produktes besteht Wartungs- und Servicebedarf, wobei produktbezogene Daten erzeugt werden, die z. B. beschreiben, wie ein bestimmter Fehler behoben werden kann. Softwarebasierte Produkte benötigen regelmäßige Updates, um Fehler und Probleme zu beseitigen oder neue Funktionen zu beherrschen. Zur Verbesserung des ökologischen Fußabdruckes werden Daten über Schadstoffe und CO₂-Entstehung entlang von Lieferketten weitergereicht. Produktbezogene Daten fließen auf vielen Kanälen in unterschiedlichen Anwendungsfällen und unterschiedlichen Formen und Interaktionsszenarien über Unternehmensgrenzen hinweg und werden dabei häufig transformiert und mit unterschiedlichen Mitteln transportiert.

Mit der Entstehung der Ethernet-Technologie, den TCP/IP-Protokollstandards und den dadurch ermöglichten standardisierten Netzwerken von Computern wurde in den 1970er Jahren die Grundlage für eine lokale und globale Datenlogistik gelegt. Das Internet ist die globale Ausprägung dieses Logistiknetzwerkes. Heim-, Unternehmens- und Maschinennetzwerke sind die Beispiele für lokale Datenlogistiknetzwerke. Mit den neuen Standards Time-Sensitive Networking (kurz TSN) und Single Pair Ethernet (kurz SPE) wird es in den kommenden Jahren möglich sein, mit sehr unterschiedlichen Geräten – von einfachen Sensoren, über kostengünstige Embedded-Rechner (EDGE-Devices) bis hin zu leistungsstarken Servern – über einheitliche Protokolle durchgängig Daten fließen zu lassen. Mit der 5G-Technologie ist dies bei Bedarf auch drahtlos möglich. Auf der technischen Ebene entsteht schrittweise eine Infrastruktur, in der jedes Gerät mit jedem anderen Gerät auf der Welt grundsätzlich Daten austauschen kann. In einem solchen Internet der Dinge bzw. Internet der Systeme sind die Grenzkosten zum Transport eines zusätzlichen Datums annähernd null.

Bei vielen Anwendungsbeispielen im Internet erleben wir dies tagtäglich. Kennen wir eine E-Mail-Adresse, können wir dem Besitzer dieser Adresse Nachrichten und Dateien zukommen lassen, ohne für das Übertragen der Mail zusätzliche Kosten bezahlen zu müssen²⁰. Die E-Mail transportiert dabei jede Art von Datei. Lesbar ist diese für den Empfänger hingegen nur, wenn er über eine Softwareanwendung verfügt, welche die Datei verarbeiten kann. Gleiches gilt für Messenger-Dienste. Über File-Sharing Dienste und Social Media Plattformen können Daten in großen Mengen mit anderen Menschen geteilt und ausgetauscht werden. Die dort zum Einsatz kommenden Datencontainer sind weitgehend standardisiert. Für die Datenlogistik im privaten Umfeld sind die Grenzkosten seit langem annähernd null²¹.

Im Bereich der Wirtschaft sieht das anders aus – sowohl in einem Unternehmen als auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Sollen innerhalb eines Unternehmens Daten zwischen zwei oder mehr unterschiedlichen

²⁰ Die grundsätzliche Möglichkeit u. a. zur Übertragung von E-Mails bedarf einer Internetanbindung, die im privaten Bereich nicht kostenfrei ist.

²¹ Tatsächlich gilt dies nur für triviale Rechtemodelle. Sobald es beispielsweise um dedizierte Zugriffsrechte, beweisbare Identitäten der Kommunikationspartner sowie Security der Übertragung geht, gilt die Aussage der „Grenzkosten annähernd null“ nicht.

IT-Systemen fließen, müssen Schnittstellen erzeugt und in Betrieb genommen werden. Dies ist in der Regel mit erheblichen Initialkosten und manuellen Aufwänden verbunden, da der Grad der Standardisierung auf der einen Seite niedrig ist. Auf der anderen Seite ist der Grad der unternehmensspezifischen Ausprägung einer Schnittstelle zwischen zwei Standard-IT-Systemen eher hoch. Das Einrichten einer Schnittstelle umfasst dabei das Herstellen einer Kommunikationsverbindung sowie die Konfiguration der zu übertragenden Daten und zu nutzenden Funktionen. Dies schließt Konvertierung, Wandlung, Umformatierung und Zwischenspeichern von Daten, also das Be-, Um- und Entladen sowie das Speichern von (Daten)Containern, mit ein. Ebenso müssen Schutzmechanismen, wie z. B. Rechtemanagement und Verschlüsselung, umgesetzt werden. Ist eine Schnittstelle einmal eingerichtet, so sind die laufenden Kosten für Betrieb und Pflege vergleichsweise gering. Soll eine bestehende Schnittstelle um zusätzliche Daten erweitert werden, sind erneut manuelle Aufwände erforderlich. Das Bewirtschaften von Schnittstellen in einer Unternehmens-IT-Infrastruktur hat daher heute eher Manufaktur- denn Fabrikcharakter. Die anfallenden Kostenpositionen sind weit entfernt vom Zielzustand der „Grenzkosten annähernd null“.

Bei der unternehmensübergreifenden Digitalisierung der Kommunikation von IT-Systemen ist das Vorgehen analog, der Aufwand jedoch aufgrund zusätzlicher organisatorischer Komplexität höher. Geht es um die Kommunikation von IT-Systemen und Maschinen, also die Verbindung von IT und Automatisierungstechnik (OT²²), ist die Problematik ebenso schwierig, da es im Bereich der Steuerungstechnik von Maschinen und Anlagen nach wie vor sehr viele unterschiedliche Arten von Kommunikationsschnittstellen und -technologien gibt. Wir stehen daher vor einem ernsten Zielkonflikt: Die Industrie 4.0 Vision erfordert eine umfassende Vernetzung, damit Daten fließen können. Zum heutigen Stand der Technik hingegen ist das Aufbauen der notwendigen Verbindungen aufgrund der Vielfalt der Container, Schnittstellen- und Übertragungstechnologien mit hohen Aufwänden verbunden und stellt ein wesentliches Hindernis dar. In einer vergleichbaren Situation befand sich die Güterlogistik in den 1970er Jahren.

Das Versenden von Daten über eine etablierte Schnittstelle ist kostengünstig, sofern die Schnittstelle intensiv genutzt wird. Da Schnittstellen sehr individuell erstellt werden müssen, ist das Verhältnis von Investitionskosten zur Nutzung jedoch deutlich schlechter als im Bereich der Massenanwendungen des Internets. Die erzielbaren Skaleneffekte sind wesentlich geringer und in der Praxis teilweise nicht vorhanden. Mitunter ist es heute wirtschaftlicher, manuelle Tätigkeiten in administrativen Bereichen als Shared Service Center in Low Cost Länder auszulagern, als die entsprechenden Prozesse zu automatisieren. Es ist daher unumgänglich, die Wirtschaftlichkeit einer Investition in eine neue oder erweiterte Schnittstelle zu bewerten. Bei dieser Bewertung ist ferner mit einzubeziehen, dass aufgrund der Vielfalt an Technologien mit jeder Schnittstelle die Komplexität des Managements der gesamten IT-Infrastruktur wächst. Jede Schnittstelle führt zu einer festen spezifischen Abhängigkeit der verbundenen Systeme. Ein einzelnes System kann nicht mehr ohne weiteres ausgetauscht oder geändert werden, ohne dass dies Auswirkungen auf andere Systeme hat. Dies geht so weit, dass selbst regelmäßig durchzuführende Updates eines IT-Systems vor dem Einspielen auf Wechselwirkungen mit den Schnittstellen und angebundenen Systemen geprüft werden müssen. Das gewollte „mehr“ an Vernetzung steht im Konflikt mit dem gewollten „mehr“ an Flexibilität und Wandlungsfähigkeit. Jede Kommunikationsbeziehung zwischen zwei Systemen steigert somit die Komplexität des Gesamtsystems und das wachsende System wird schrittweise weniger veränderbar. Mit dieser Komplexität steigen die Kosten zur Bewirtschaftung dieses Systems, was sich in kontinuierlichen

²² Der Begriff Operational Technology (kurz: OT) bezeichnet Betriebstechnologien bzw. Geräte und Netzwerke, die zum Betrieb von Anlagen, Maschinen und Gebäude o. ä. eingesetzt werden. Die hier vorkommenden Geräte und Technologien unterscheiden sich von klassischen IT-Infrastrukturen sowohl hinsichtlich der eingesetzten Hard- als auch Software.

Kostensteigerungen der Unternehmens-IT widerspiegelt. Die hier dargelegten Zusammenhänge stehen in einem fundamentalen Widerspruch zu den verheißungsvollen Zielen der Digitalisierung und ubiquitären Vernetzung einer Industrie 4.0.

Eine analoge Situation bestimmte die Logistik in den frühen Jahren der Containerisierung. Während die Idee und das Potenzial des Containers einfach zu verstehen waren, konnten die ökonomischen Potenziale nur eingeschränkt, teilweise auch gar nicht erschlossen werden. Die Vielfalt von Containern aufgrund fehlender Standards, Unterschieden in der Handhabung, Stapelung und Verriegelung von Containern auf unterschiedlichen Fördermitteln (Schiffen, Zügen, LKWs), Problemen in der Hafenlogistik, inkompatiblen Strategien der Transportunternehmen zu Wasser und zu Land, fehlendem Wissen über optimale Befüllung oder Routenbildung und -strategien u. a. verhinderten die Senkung der Frachtkosten bzw. führten sogar zu Kostensteigerungen²³. Es gab nur funktionierende Teilsysteme. Einzelne Reedereien betrieben dedizierte Strecken zwischen ausgewählten Häfen mit ihren jeweiligen technologischen Standards. Gleiches galt für Bahntransporte. Übergreifende multimodale Transporte zu beliebigen Zielen waren nicht möglich. Zusammenfassend hatte das „Gesamtsystem Container“ den erforderlichen Reifegrad noch nicht erreicht. Das Ziel von niedrigen Grenzkosten schien nicht erreichbar.

Und doch kam es schließlich zu einer „lawinenartigen“ Veränderung mit disruptivem Charakter auf globaler Ebene – später als gedacht, aber mit wesentlich größeren und breiteren volks- und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen als sich irgendeiner der Pioniere jemals hatte vorstellen können. Rückblickend sind die zu überwindenden Hindernisse und notwendigen Entwicklungsstränge für eine effiziente globale Warenlogistik klar und deutlich. Und für eine zukünftige globale Datenlogistik können, sollten und müssen wir uns diese Erkenntnisse zu Nutze machen. Die Potenziale sind vergleichbar.

Der Datencontainer

Eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Durchbruch in der globalen Warenlogistik war die Standardisierung der Container und die damit einhergehende Reduzierung der Vielfalt. Ein Umpacken und Umladen wurden obsolet. Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Transportstrecken konnten entfallen oder wesentlich vereinfacht werden. Die ganze daran hängende Technologie zum Verladen konnte weitgehend vereinheitlicht, standardisiert und darauf aufsetzend automatisiert werden, was die Infrastruktur- und Betriebskosten wesentlich senkte. In der Folge wurden Frachtkosten sehr wesentlich reduziert.

Logistische Container werden im Wesentlichen durch ihre Außenmaße (Höhe, Breite, Länge) sowie die Gestaltungselemente zum Handhaben, Stapeln und Verriegeln bestimmt. Dadurch wird sichergestellt, dass Containerschiffe, aber auch Züge und LKW, automatisiert be- und entladen werden können und ein Umladen oder Umpacken obsolet wird. Ebenso spielt die mechanische Stabilität als bestimmende Größe der Tragfähigkeit und Belastbarkeit während der Handhabung oder des Transportes auf z. B. Zügen eine wichtige Rolle. Um minimale Stückkosten erreichen zu können, muss der verfügbare Raum in einem Container maximal ausgenutzt werden. Daher bedarf es standardisierter Paletten zur optimalen Ausnutzung der Grundfläche von Containern. Der Prozess der Containerstandardisierung wurde durch die U.S.-amerikanische Maritime Administration MARAD im Jahre 1958 initiiert. Treiber waren die rasant steigende Vielfalt an Containern und die damit einhergehenden Inkompatibilitäten entlang der Transportstrecken. Am

²³ Gesellschaftliche Widerstände seitens der Gewerkschaften, bestehender Unternehmenskartelle und Regulierungsbehörden seien hier außen vorgelassen, spielten aber ebenso eine gewichtige Rolle.

14. April 1961 wurde eine erste Version der Norm veröffentlicht. Weitere 10 Jahre vergingen, bis der Standard Anfang der 1970er Jahre den Grad einer „Serienreife“ erreichen sollte.

Es kam zu allen nur denkbaren Problemen: Die Marktteilnehmer mit bestehenden Containerlösungen hatten kein Interesse an einem Standard, zu dem ihr vorhandener, individuell konstruierter Containerbestand nicht kompatibel sein würde. Dies galt für Reedereien wie für Bahnbetreiber. Ebenso gab es gültige Patente. Gute Lösungen z. B. zur Containerverriegelung waren ohne Lizenzvereinbarung in der Breite nicht nutzbar. Man musste nach Umgehungslösungen suchen oder den Patentinhaber überzeugen, die Nutzung freizugeben. Weiterhin stand die Containerlogistik noch in den Anfängen. Das Wissen über die Anwendungsfälle, Zusammenhänge und Erfolgsfaktoren, wie wir sie heute kennen, fehlte den Beteiligten in den 1960er. Daher wurden in ersten Revisionen des Standards Aspekte festgeschrieben, die sich in der Praxis nicht bewährten und nachgebessert werden mussten. Und nicht zuletzt, wie sollte man die handelnden Unternehmen in den verschiedenen betroffenen Bereichen der Logistik mit ihren bestehenden lokal optimierten Prozessen und Infrastrukturen dazu bringen, sich auf einen neuen Standard auszurichten, wissentlich dass dafür teils enorme Investitionen notwendig sein würden?

In der Industrie stehen wir mit Blick auf die Datenlogistik heute an einer vergleichbaren Stelle. In den 1990er Jahren, spätestens in den 2000er Jahren etablierten sich viele Standard-IT-Anwendungen in den verschiedenen Fachbereichen der Unternehmen. Die ursprünglichen Visionen der CIM-Ära aus den 1980er Jahren wurden schrittweise Realität. Mit dem steigenden Volumen der innerbetrieblichen Datenlogistik stieg auch der unternehmensübergreifende Datenfluss kontinuierlich an, ohne dass wir bis heute dazu belastbare Statistiken hätten. Eine zunehmende Zahl von Datenstandards wurde im Laufe der vergangenen Jahrzehnte entwickelt. Ein Teil dieser Standards fand einen breiten Einsatzbereich. Unter den Standards für Produktdaten ist der „Dinosaurier“ das aus den 1990er Jahren stammende STEP-Format zum Transport von digitalen mechanischen Konstruktionen (CAD-Daten), dass bis heute Anwendung findet. In den 2000er Jahren wurde mit dem eClass-Format ein mächtiger Datenstandard für elektronische Produktkataloge geschaffen, der mittlerweile zunehmende Unterstützung bei kommerziellen Systemanbietern findet²⁴. Mit AutomationML wurde ein Standard für Engineeringprozesse in der Automatisierungstechnik geschaffen, welcher der Idee des digitalen Zwillings bzw. eines Produktdatencontainers sehr nahekommt²⁵. SysML (System Modelling Language) ist ein Ansatz aus dem Umfeld des Systems Engineerings zur umfassenden Beschreibung technischer Systeme, der jedoch in der Datenlogistik bislang keine Rolle spielt²⁶. OPC UA hat sich in der Automatisierung als Modell und als Schnittstelle für Betriebsdaten durchgesetzt²⁷. Neben diesen „öffentlichen“ Standards und Lösungsansätzen gibt es zahlreiche herstellereigenspezifische Datenformate für u. a. Produktdaten, die von Systemanbietern zum Datentransport zwischen Anwendungen und Systeminstanzen Verwendung finden. Die Vielfalt der Standards und Möglichkeiten erinnert stark an die Vielfalt der Container und Ausprägungen von Containerlogistik in den 1950er und 1960er Jahren. Und analog zu dieser Situation vor 60 Jahren ist es an der Zeit, die Datencontainer zu standardisieren.

Die von der Bundesregierung ins Leben gerufene Plattform Industrie 4.0 entwickelte mit den beteiligten Verbänden und Unternehmen im Rahmen der Industrie 4.0 Referenzarchitektur in den 2010er Jahren das

²⁴ <https://www.eclass.eu/>

²⁵ <https://www.automationml.org/>

²⁶ <https://sysml.org/>

²⁷ <https://opcfoundation.org/>

Konzept der Asset Administration Shell (AAS, deutsch: Verwaltungsschale)²⁸. Dieses Konzept, das mittlerweile auf internationaler Ebene als IEC 63278 standardisiert wird, ist die digitale Schwester der ISO 668, die den Seefrachtcontainer spezifiziert. Die Normungsarbeiten werden aktiv vorangetrieben und schaffen eine zentrale Voraussetzung für eine disruptive Veränderung der globalen Datenlogistik. Die AAS standardisiert die Modellierung und definiert ein Application Programming Interface (API) für den Datenzugriff – beides inklusive der Security.

Datencontainer.Außenmaße

Die Außenmaße bei einem physischen Container stellen einen sehr zentralen Definitionsaspekt dar. Eine Änderung dieser Maße im Laufe der Jahre würde zu nicht kalkulierbar hohen Umstellungskosten führen. Daher müssen diese Werte über Jahrzehnte konstant bleiben. Beim digitalen Äquivalent, dem technische Dateiformat – also beispielsweise XML oder JSON, ist dieser Aspekt weniger essenziell. Die einschlägigen Datenformate können mit geringem Aufwand vollautomatisiert ineinander überführt werden. Unveränderbar hingegen ist die grundsätzliche Struktur und Semantik – das Modellfundament – des Datencontainers, die analog zum physischen Pendant dauerhaft stabil sein muss.

Bei physischen Containern sind Außenmaße somit eine fixe Größe. Stand heute gibt es im Wesentlichen nur zwei Größen, den 20-Fuß- und den 40-Fuß-Container. Während Breite und Länge fixiert sind, kann die Höhe in bestimmten Grenzen variieren. Datencontainer bieten im Sinne der Größe und des „Frachtvolumens“ eine höhere Flexibilität. Da die Größe ein bestimmender Faktor in Bezug auf die gesamte Ende-zu-Ende-Transportzeit sein kann, ist es sinnvoll, für bestimmte Anwendungsklassen auch Festlegungen oder Empfehlungen für die maximale Größe festzulegen.

Der eigentliche Mehrwert des Seecontainers ist das Fehlen von Vielfalt, und zwar in Form von Varianten in den Außenabmaßen. Unterschiedliche Anwendungsszenarien und -fälle stellen unterschiedliche Anforderungen in der physischen genauso wie in der digitalen Welt – daher gibt es immer gute Gründe für mehr Varianz. Auf dem Weg zu einer effizienten globalen Datenlogistik stellt jede zusätzliche Variante ein Hindernis dar. Ausnahmen bestätigen die Regel. So ist es nicht sinnvoll möglich, Seefrachtcontainer mit Flugzeugen zu transportieren. Die spezifischen geometrischen Rahmenbedingungen eines Flugzeugs erfordern angepasste Standards für Luftfrachtcontainer. In der digitalen Welt wird es ähnliche Anwendungsfälle geben, wo der Standardcontainer für Daten nicht sinnvoll einsetzbar ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jeder zusätzliche Standard mit zusätzlichen Aufwänden zum „Umpacken“ einhergeht und damit a-priori vermieden werden sollte.

Datencontainer.Innenraum

Bei einem physischen Container ergeben sich aus den fixen Außenmaßen ebenso fixe Innenmaße des zur Verfügung stehenden Raums. Ladehilfsmittel, wie beispielsweise Paletten, wurden auf diese Maße hin optimiert standardisiert, damit es einheitliche Rahmensetzungen zum Be- und Entladen gibt.

Die Ausgestaltung des „Innenraums“ eines digitalen Containers ist der zentrale Aspekt der Standardisierung. Hier wird darüber entschieden, ob und in welcher Breite von Anwendungsfällen ein digitaler Datencontainer

²⁸ Vgl. <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Standardartikel/spezifikation-verwaltungsschale.html>, letzter Abruf: 13.01.2022; https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Asset_Administration_Shell_Reading_Guide.html, letzter Abruf: 13.01.2022

eingesetzt werden kann. Dabei geht es um die detaillierte Definition, welche Daten in welcher Form und in welchen Strukturen konkret in den Container „geladen“ werden können. Diese Daten werden in sogenannten Teilmodellen spezifiziert. Über diese Teilmodelle wissen Softwaresysteme, welche Daten sie wo in dem Container ablegen können bzw. welche Art von Daten sie wo aus dem Container entnehmen können. Es handelt sich also bildlich um ein beschriftetes Regalsystem mit Fächern für fest definierte Inhalte. Wenn ein Regalfach befüllt ist, weiß jeder, was er dort findet. Die Existenz einer solchen verbindlichen Festlegung ist ein wesentlicher Schlüssel, um Aufwände und Kosten bei der Einrichtung von Kommunikationsbeziehungen zwischen Softwaresystemen zu minimieren.

Bei der hohen Vielfalt an Daten ist es mit endlichen Ressourcen nie möglich, alle denkbaren Daten und Datenkonstrukte zu definieren und zu standardisieren. Daher benötigt man in einem Datencontainer, neben dem oben beschriebenen, wohl definierten Regalsystem, einen freien Laderaum. In diesen Laderaum kann jeder das hineinstellen, was er benötigt, sofern er dem Empfänger des Containers mitteilt, was er in diesem frei belegbaren Bereich wo vorfindet. So ist es möglich, den digitalen Container sehr flexibel auch jenseits der standardisierten Inhalte zu nutzen. Das Datenmodell der AAS macht es möglich, solchen „freiliegenden“ Daten eine Selbstbeschreibung mitzugeben.

Die Beschaffenheit physischer Güter in Form und Eigenschaften sowie Anforderungen an die Transportgebilde sind unterschiedlich. Neben den Stückgutcontainern haben sich eine Vielzahl von Containervarianten ausgeprägt, die aber in ihren äußeren Eigenschaften dem Standard entsprechen. Dazu zählen Kühlcontainer, Container für flüssige oder gasförmige Stoffe, Container zum Transport von Autos oder Wohncontainer. Auch Daten sind nicht gleich Daten und lassen sich nicht immer sinnvoll in die gleichen Strukturen „pressen“. Daher wird es Daten und Datenstrukturen geben, die Varianten der Innenraumgestaltung des standardisierten Datencontainers benötigen.

Datencontainer.Ownership und Datencontainer.Identity

Wie auch physische Güter haben digitale Güter einen (legalen) Besitzer. Das Problem an digitalen Gütern ist jedoch die grundsätzliche technische Möglichkeit, sie beliebig kopieren und verteilen zu können. Daher ist es wichtig, dass Datencontainer analog zu physischen Containern einen Besitzer haben können und die Besitzrechte technisch auch durchsetzbar sind. Ebenso haben die digitalen Güter im Container einen oder mehrere Besitzer. Diese Sachverhalte ähneln ebenfalls den Konstellationen in der physischen Warenlogistik, wo unterschiedliche legale Entitäten zusammenwirken, angefangen von Spediteuren, Reedereien, Bahngesellschaften über Leasingfirmen für Container, Hafenbetreiber, Hafenbesitzer und Lagerbetreiber-gesellschaften bis zu den vielfältigen Besitzern der Güter. Im Rahmen der Transporte gibt es klare Vereinbarungen darüber, wann und wie es zu Besitzübergängen der transportierten Waren kommt. Basierend auf Standardmodellen werden diese Sachverhalte in Verträgen vereinbart. Es bedarf analog auch ausgefeilter Konzepte zur Unterstützung der unterschiedlichen Besitzkonstellationen in der Logistik digitaler Container. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Besitzer von Daten anderen legalen Entitäten womöglich Nutzungsrechte an Daten einräumen können will²⁹.

Die Voraussetzung für Besitzkonzepte sind digitale Identitäten legaler Entitäten, wie bspw. Unternehmen, oder sogar einzelner Personen sowie die zur Nutzung notwendigen Rechte- und Zugriffskonzepte. Daten im

²⁹ Zur Umsetzung eines solchen Konzeptes bedarf es einer Festlegung für die unternehmensübergreifende Einstufung und Kennzeichnung von Vertraulichkeitsklassen o. ä., die es bislang nicht gibt.

Datencontainer können vom Sender signiert werden, sodass Empfänger die Sender eindeutig überprüfen können.

Datencontainer.Sicherheit

Ein wesentlicher Fortschritt und Vorteil des Seecontainers war die Möglichkeit, Waren in einem verschlossenen Behälter zu versenden. Dadurch konnte die Diebstahlquote in Häfen oder Umladestationen kurz- bis mittelfristig merklich gesenkt werden. Ein wesentlicher Nachteil des Seecontainers war und ist die Möglichkeit, in Containern Dinge zu verstecken, die dort eigentlich nicht sein sollten und die von außen nicht sichtbar sind. Daher boten Container viel bessere Möglichkeiten zum Schmuggeln illegaler Waren, da in Häfen das Aus- und Umpacken entfiel. Heute sind viele Häfen weltweit in der Containerlogistik beispielsweise mit Geigerzählern ausgerüstet, um Radioaktivität aufzuspüren und terroristische Aktivitäten zu unterbinden.

Auch diesbezüglich gelten in der digitalen Welt die gleichen Vorzüge und Nachteile. Ganze Datencontainer, aber auch die einzelnen digitalen Güter können technisch sicher und bei Bedarf individuell verschlüsselt werden. Sind sie einmal verschlüsselt, ist es für Dritte nicht mehr möglich, herauszufinden, was sich in dem Container befindet. Dies können nur die Besitzer des Schlüssels. Beim Beladen des Containers können aber analog zur physischen Welt unerwünschte Waren in Form von Schadsoftware mit "hineingeschmuggelt" werden. Beim Entladen des Containers kann es daher zu unerwarteten Nebeneffekten kommen. Aus diesem Grund müssen Sicherheitskonzepte integraler Bestandteil einer Containerlösung sein.

Industrial Digital Twin Association (IDTA)

Mit der Erkenntnis, dass standardisierte Datencontainer disruptive Effekte analog zu Seecontainern physischer Güter bewirken können, wurde im September 2020 aus der Plattform Industrie 4.0 heraus die Industrial Digital Twin Association (IDTA) als eingetragener Verein gegründet³⁰. Die IDTA verbreitet den Datencontainer international und macht ihn einfach anwendbar. In der IDTA wird die Technologie des Datencontainers, die AAS, weiterentwickelt. Gleichzeitig werden wichtige Anwendungsfälle und die dazu gehörigen Teilmodelle definiert und standardisiert. Mit dem standardisierten API und der standardisierten Security entsteht so ein herstellerübergreifendes durchgängiges System. Dank Trainings und Open Source ist die Technologie einfach einsetzbar.

Zwischenfazit

Eine deutliche Beschleunigung der Digitalisierung in und zwischen Unternehmen erfordert standardisierte digitale Datencontainer. Deren Bedeutung als Katalysator einer wesentlich dynamischeren Entwicklung wird heute weitgehend unterschätzt. Ähnlich sah es in den 1950er Jahren in der Logistikbranche aus. Um die Potenziale einer digitalen Containerisierung von Daten als Treiber für effiziente digitale Datenflüsse mit Grenzkosten von annähernd null zu erreichen, ist eine hohe inhaltliche Qualität in der technischen Spezifikation erforderlich. In der Logistik der physischen Güter war eine disruptive Veränderung erst nach Erreichen dieser Voraussetzung möglich. Daher sind die Arbeiten der IDTA volks- und betriebswirtschaftlich von strategischer Bedeutung und bedürfen einer intensiven Beteiligung von internationalen Unternehmen aus den einschlägigen IT-Anwenderbranchen als auch den Ausrüsterbranchen für IT und OT. Politik und

³⁰ <https://industrialdigitaltwin.org>

Verbände sind auf internationaler Ebene gefordert, den Einsatz des einen digitalen Datencontainers in Regelungen, Richtlinien und Gesetzen zu verankern und zur Voraussetzung von einschlägigen Fördermaßnahmen zu machen, um den Umbau der Infrastrukturen zu fordern und zu fördern.

Logistische Infrastrukturen für Datencontainer

Die Containerisierung der Frachtschifffahrt schaffte die Voraussetzung für die heute üblichen sehr niedrigen Stückkosten auf globalen Transportrouten. In der realen Welt kann man Waren von annähernd jedem Ort zu annähernd jedem anderen Ort zu sehr günstigen Kosten versenden, sogar in vergleichsweise kleinen Mengen und kurzen Zeiten, ohne sich über die Abwicklung entlang der gesamten Transportstrecke Gedanken machen zu müssen.

In der digitalen Welt sind die Möglichkeiten in der Kommunikation zwischen Softwaresystemen begrenzter. Zwar kann auf Ebene des TCP/IP-Protokolls innerhalb des Internets oder innerhalb eines Unternehmensnetzwerkes jedes angeschlossene System oder Gerät mit jedem anderen eine direkte Kommunikationsbeziehung aufbauen. Einen bestehenden Datensatz zwischen Softwaresystemen automatisiert zu transportieren, funktioniert jedoch nur auf wenigen vordefinierten Wegen – den implementierten Schnittstellen und nur von einem System zu einem oder mehreren anderen Systemen, die direkt über eine Transportstrecke erreichbar sind. An der Schnittstelle von IT und OT gibt es beim Übergang von Unternehmensnetzwerk zu echtzeitfähigen Netzwerken der Automatisierungstechnik immer eine bidirektionale Bruchstelle. Gleiches gilt innerhalb der Automatisierungstechnik für die Übergänge zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien. Multimodale Transportketten wie in der physischen Welt unter Nutzung von Seeschiffen, Binnenschiffen, Zügen und LKWs über Häfen oder andere Logistikhubs und Lager hinweg, sind in der digitalen Welt der Datencontainer nicht so einfach möglich, zumindest nicht ohne an jedem Knoten oder Hub „umzuladen“ und „umzupacken“³¹. So liefen Warentransporte in der Vor-Containerzeit ab.

Von Malcom McLeans erster Containerschiffsfahrt im Jahre 1956 bis zur beginnenden Disruption 20 Jahre später wurden die notwendigen Bausteine einer funktionierenden globalen Containerlogistik, entwickelt, verprobt, geändert und wieder verprobt, schließlich skaliert, bis alle notwendigen Komponenten und Infrastrukturen vorhanden waren. Ein heutiger Containerhafen hat mit den ersten Containerpiers in Newark, Houston oder San Francisco in Technik und Organisation nur wenig gemein. Gleiches gilt für Containerschiffe, Logistikzentren oder Lagerhäuser. Auf dem Weg dieser Evolution wurden viele neue Unternehmen und Standorte gegründet und bestehende Marktführer verschwanden. Auch große logistische Zentren der alten Zeit verloren ihre Bedeutung. Die ehemals bedeutenden Häfen von London oder Liverpool spielen heute in der Güterlogistik keine Rolle mehr. Dafür gibt es in dem bis vor wenigen Jahrzehnten eher unbekannten Städtchen Felixstowe im Südosten Englands den größten Containerhafen Großbritanniens. Neue Berufsprofile und Kompetenzfelder entstanden, bestehende Professionen waren nicht mehr oder in einem deutlich geringeren Umfang von Nöten. Was können wir aus diesen Entwicklungen für die digitalen Welten lernen? Und was müssen wir tun, um einen schnelleren Fortschritt zu ermöglichen?

³¹ Dies gilt auch für Emails und Messenger-Nachrichten, die immer von einem Absender einstufig an einen oder mehrere Adressaten gesendet werden. Out of the box ist das Versenden einer Nachricht in einer Art „Kettenbrief“ entlang einer Kette von Empfängern bis zu einem finalen Zielempfänger nicht möglich. Dafür bedarf es Lösungen für die Automatisierung von z. B. Workflows, mit denen man derartige Routings für Nachrichten umsetzen kann.

Die Fabriken, Häfen, Bahnhöfe, Umschlagsplätze und Lager der realen Welt sind die IT- und OT-Systeme in der digitalen Welt. Waren von jemandem zu beziehen, mit dem es vorher noch keine geschäftliche Transaktion gab oder Waren an jemanden zu senden, mit dem man bisher nichts zu tun hatte, ist in der realen Welt zu sehr niedrigen, nahezu verschwindend geringen Grenzkosten möglich³². Genau diesen Zielzustand müssen wir in der digitalen Welt erreichen. Möchte man einen digitalen Kanal zu einem Geschäftspartner aufbauen, um mit ihm Produktdaten, Auftragsdaten, Lieferinformationen, Bezahlvorgänge etc. abzuwickeln, dann sollte das zukünftig mit wenigen Klicks möglich sein. Genauso muss es möglich sein, Prozess- und Maschinendaten mit wenigen Klicks mit einer Anwendung in der Cloud zu verbinden, um mithilfe eines Dienstleisters Erkenntnisse daraus zu gewinnen. Über Videokonferenzsysteme können wir heute mit jedem anderen Menschen auf der Welt in Sekunden eine multimodale Verbindung aufbauen, über die wir neben einem Video- und Audiostream auch unterschiedliche Arten von Daten austauschen können. Mit derselben Einfachheit sollten wir auch neue Datenverbindungen zwischen IT- und OT-Systemen innerhalb und zwischen Unternehmen aufbauen können. Gelingt die Umsetzung einer funktionierenden Datenlogistik, in der der Aufbau eines neuen Kanals zum Austausch von standardisierten Datencontainern mit Grenzkosten von annähernd null möglich wird, so können auch in dem Bereich der unternehmensbezogenen IT und OT tektonische Veränderungen nicht ausgeschlossen werden.

Der Bedarf oder die Erkenntnis zur Notwendigkeit einer Vereinfachung dieser Prozesse ist nicht neu. Initiativen wie Gaia-X oder Catena-X zielen auf derartige Aspekte ab. Catena-X stellt dabei ein prägnantes Beispiel für ein branchenspezifischen Vorgehen – hier der Automobilindustrie – dar. Wir nennen das einen Datenraum, zu dem sich Unternehmen entlang der Lieferketten der Automobilindustrie verbinden, um gemeinsam die zur Abwicklung der Zusammenarbeit notwendigen Daten auszutauschen³³. Die Catena-X Initiative ist vergleichbar mit den ersten „Inseln“ der Containerschifffahrt oder des Containertransportes auf der Schiene. Malcom McLeans Sea-Land Reederei entwickelte ein funktionierendes Geschäftsmodell für den Warentransport zwischen Newark, Houston und später Puerto Rico – mit selbst entwickelten 35-Fuß-Containern, selbst gebauten Hafenkränen und selbstgestalteten Schiffen. Gleiches gelang der Madsen Reederei zwischen San Francisco, Seattle und Hawaii mit 24-Fuß-Containern und anders gestalteten Schiffen und Hafenkränen. Auf der Straße sorgte eine Vielzahl U.S.-amerikanischer Expeditionen für den Weitertransport der Güter an die Zwischen- und Endmärkte und etablierte dies als funktionierendes Geschäftsmodell. Das alles waren notwendige Puzzleteile auf dem Weg zum Zielbild. Das alles waren Puzzleteile, die später wieder verschwanden oder wesentlich geändert werden mussten. Oder treffender formuliert: Das Puzzle, das sich schließlich ab den 1980er Jahren manifestierte, sah anders aus, als sich vermutlich die meisten in den 1950er und 1960er Jahren vorgestellt hatten.

Aus den Erfahrungen und Entwicklungen der Containerschifffahrt kann man folgende mögliche Erfolgsfaktoren ableiten³⁴:

³² Diese Aussage gilt dann, wenn standardisierte Geschäftsbedingungen akzeptiert werden. Neuen Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen gehen häufig Vertragsverhandlungen voraus. Nach erfolgreichem Abschluss stellt die Güterlogistik jedoch kein weiteres Hindernis dar. Vertragsverhandlungen wird es auch als Voraussetzung digitaler Datenströme zwischen Unternehmen geben. Die disruptiven Entwicklungen des weltweiten Warenverkehrs wurden durch die Notwendigkeiten des Schließens von Verträgen nicht verhindert.

³³ Wesentlicher Bestandteil von Catena-X soll der Eclipse Dataspace Connector werden, der die Rahmenbedingungen des Datenaustauschs regelt. Ein Anbieter von Daten stellt seine Bedingungen zur Verfügung, der Konsument seine Bedingungen/Fähigkeiten, worauf automatisiert ein Kontrakt mit den Zugriffsregeln erzeugt wird.

³⁴ Die Übertragbarkeit von Erfahrungen aus der Logistikwelt vor mehr als 50 Jahren auf Probleme und Entwicklungen der digitalen Neuzeit hat natürlich Grenzen und ist mit Vorsicht zu betrachten. Trotzdem sind die Ähnlichkeiten überraschend groß.

- Die treibenden Entwicklungsimpulse kamen von Unternehmern, die in der Lage waren, die gewaltigen Finanzbedarfe zu organisieren und die Risiken nicht scheuten, sondern suchten. Die Containerlogistik wurde nicht aus Vereinen, Verbänden oder Communities heraus entwickelt oder betrieben. Es überlebten und prosperierten diejenigen Ventures, die funktionierende Geschäftsmodelle umsetzen konnten.³⁵
- Eine deutlich frühere, konsequentere und schnellere Standardisierung der Container hätte wesentlich dazu beitragen können, dass sich hohe Investitionen nachträglich nicht als Fehlinvestitionen herausgestellt hätten. Als die Standards abgeschlossen waren, kamen auf etablierte Unternehmen – die Pioniere – erhebliche Änderungsaufwände zu, die nicht jedes Unternehmen überlebte. Hier hätte eine effektive Zusammenarbeit im Verbund helfen können.
- Staatliche Stellen haben regional und national erheblichen Einfluss auf den Auf- und Ausbau der notwendigen Infrastrukturen (vor allem der Häfen) genommen und die Nutzung des Containerstandards eingefordert. Die U.S. Regierung verknüpfte nach Veröffentlichung der ISO 668 als Containerstandard ihre Subventionen für den Bau von Containerschiffen an die Nutzung der in der Norm festgeschriebenen 20- und 40-Fuß-Container. Dort wo die Regierenden die Zeichen der Zeit zum richtigen Zeitpunkt erkannten, entstand an unterschiedlichen Stellen der Welt unvergleichliches Wirtschaftswachstum. Beispiele dafür sind New Jersey, Oakland, Singapur, Hong Kong, später Shenzhen, Rotterdam oder Dubai.
- Im Laufe der Zeit entwickelten sich viele sehr volumenstarke Geschäftsmodelle rund um die Containerlogistik. Ebenso führte die Containerlogistik unvorhergesehenerweise zu tektonischen Verschiebungen in der Produktion von Gütern. Produktionsstandorte konnten örtlich von den Abnehmermärkten entkoppelt werden.

Für zukünftige Datenräume oder Datenplattformen bedeutet dies:

- Datenräume haben bessere Chancen, wenn sie auf funktionierenden Geschäftsmodellen basieren. Um den dafür notwendigen funktionalen Reifegrad zu erreichen, sind sehr wesentliche Investitionen notwendig, weshalb analog zur Finanzierung von Containerhäfen ggf. auch staatliche Stellen fördernd unterstützen müssen. Das Geschäftsmodell des Plattform- bzw. Datenraumbetreibers ist vergleichbar mit einem Telekommunikationsunternehmen. Es stellt die Infrastruktur, über die Nutzer zu sehr niedrigen Kosten Datencontainer transportieren, zwischenlagern oder auch verarbeiten können.
- Geschäftsmodelle für Datenräume haben bessere Chancen, wenn die Hürde zur Verbindung mit einem Datenraum sehr niedrig ist, also die Grenzkosten für eine Anbindung annähernd null sind. Dann ist es für Anwender mit sehr geringem Aufwand möglich, die Dienste des Datenraums auszuprobieren und zu nutzen. Derartig niedrige Aufwände mit dem Ziel einer „Dial-up-Verbindung“ lassen sich nur durch die konsequente Fokussierung auf Standards erreichen, insbesondere die standardisierten Datencontainer mit den daran geknüpften Sicherheitskonzepten für Identität, Besitz und Recht.

³⁵ In der Containerreederei konnten sich die Pioniere schlussendlich nicht durchsetzen. Die heutigen Marktführer, wie z. B. Maersk, CMA-GCM, Cosco oder Evergreen, entstanden später oder stiegen später in die Containerlogistik ein. McLean's Reederei SeaLand wurde final von Maersk übernommen. Gleiches kann, muss aber nicht für die heute marktführenden Unternehmen der einschlägigen IT-Branchen gelten.

- Containerhäfen, Containerschiffe und Container reichten nicht aus, um die Vorteile einer durchgängigen Containerlogistik voll und ganz zu erschließen. Dafür musste das „Hinterland“ erschlossen werden, also die Warenlogistik im Inland auf Flüssen und Kanälen, auf Schienen und auf Straßen.

Aus der Perspektive der Datenräume sind das Hinterland die etablierten IT-Anwendungen in Unternehmen. Sie müssen für die zukünftige Datenlogistik fit gemacht werden. Dazu bedarf es einer nahtlosen Eingliederung in die systemübergreifenden Datenflüsse, damit die Grenzkosten für einen zusätzlichen Datenfluss in und aus diesen Systemen nahezu null erreichen. Es kann aus heutiger Sicht nicht ausgeschlossen werden, dass diese Ansätze der Datenlogistik auch etablierte Architekturen der Business IT-Systeme kreativ zerstören und durch anders geartete Architekturen ersetzen werden. Umso wichtiger ist es, sich frühzeitig damit auseinander zu setzen und rechtzeitig die richtigen Weichen zu stellen.

So wie es unterschiedliche Transportmittel für Frachtcontainer gibt, bedarf es auch unterschiedlicher Übertragungsarten für Datencontainer. Ein sehr wesentlicher Teil der Container wird als „ein Stück“ transportiert werden, also als transaktionale Übertragung einer Datei im weitesten Sinne. Es gibt aber auch Anwendungsfelder, wo es notwendig und sinnvoll ist, Daten zu streamen, also in einem kontinuierlichen Strom zu übertragen, so wie Flüssigkeiten durch Rohre und Pipelines gepumpt werden. Ein Beispiel hierfür sind Prozessdaten aus Produktionsanlagen, die kontinuierlich erzeugt und weiterverarbeitet werden müssen. Es gibt neben Containerschiffen den Bedarf für Tankschiffe und Tanklastwagen als auch für Bunkerschiffe für Schüttgüter, die auch zu Lande in gesonderten Zugwagons oder LKWs transportiert werden. Ob und inwiefern Datencontainer auch in derartigen Datenstreamingkanälen eine Rolle spielen bzw. wie man Datencontainer-basierte Lösungen mit Streamingapplikationen intelligent verbindet, sollte Gegenstand weiterer Überlegungen und Arbeiten sein.

Zwischenfazit

Damit ein „neuer Ölboom“ aus Daten entstehen kann, müssen viele Einzelaspekte einer containerbasierten Datenlogistik bis hin zum Umbau bestehender IT- und OT-Lösungen ineinandergreifen. Sehr wesentlich ist das Ziel der Grenzkosten von annähernd null für den Aufbau neuer Kommunikationsverbindungen zum Austausch von Datencontainern sowie zu deren Be- und Entladung in den beteiligten IT- und OT-Systemen.

Bedeutung für die Nachhaltigkeit des industriellen Wirtschaftens und den Klimawandel

Das Wirtschaftswachstum, entfacht durch die Möglichkeiten der globalen Warenströme, hat vielen Menschen in vielen Ländern einen steigenden Lebensstandard ermöglicht. Die Kehrseite der Medaille sind Umweltzerstörung, enormer Ressourcenverbrauch, Luftverschmutzung, negative Beeinflussung des Klimas und Ausbeutung von Menschen, die keine andere Wahl haben. Nachhaltig ist diese Entwicklung nicht. Veränderung ist möglich, sofern es gelingt, die Transparenz der Warenströme wesentlich zu erhöhen.

Ein wesentlicher Baustein für das Erkennen von Problemen, Verbesserungspotenzialen und Handlungsbedarfen ist ein digitaler Datenstrom entlang des Stroms der physischen Güter, vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt, von der ersten Inverkehrbringung über unterschiedliche Phasen der Nutzung bis zur Verwertung und Verschrottung. Dabei geht es u. a. um das Verfolgen der verwendeten Materialien und deren Inhaltsstoffe sowie die einzelnen Herstellungs- und Transportschritte. Die Daten sind da, und sie liegen in

Silos. Der Aufwand, diese Daten fließen zu lassen, ist aktuell enorm, aber notwendig. Daher bedarf es technischer Durchbrüche, um das Hindernis der hohen Aufwände, Zeiten und Investitionen wesentlich zu reduzieren. Die aktuell verfolgten Ansätze, für einzelne Teilbereiche dieser Daten isolierte Lösungen zu schaffen, z. B. in Form von Datenplattformen für die Bereitstellung von CO₂-Daten und wiederum anderen Datenplattformen zu Bereitstellung von Engineeringdaten oder von Materialdaten mit Schadstoffen, kann in begrenztem Maße wirtschaftlich funktionieren. Einige der ersten Containerreedereien haben zunächst auch funktioniert. Ein wirklicher Wachstumsschub ist erst zu erwarten, wenn die notwendigen Standards Skaleneffekte in deutlich höherem Umfang ermöglichen. Ein standardisierter Datencontainer und die dazu notwendige digitale Logistikinfrastruktur können der benötigte Disruptions- und Durchbruchsfaktor sein.

Die Digitalisierung der Datenflüsse ist daher ein wesentlicher Befähiger oder ein wesentliches Hindernis für die Wende zu nachhaltigen Lieferketten und zur Bewältigung des Klimawandels, in Abhängigkeit davon, wie sich die Grenzkosten für einen neuen zusätzlichen Datenfluss gestalten. Entscheidend ist die Verfügbarkeit von Standards für die Datenlogistik, um die Grenzkosten für einen neuen Datenfluss auf annähernd null zu reduzieren.

Containerisierung von Softwareapplikationen

Neben der Containerisierung von Daten gibt es seit einigen Jahren im Bereich der Softwareentwicklung Technologien zur Containerisierung von Applikationen. Ziel dieser Ansätze ist es, Software schnell verteilen und instanzieren zu können. Dies wird beispielsweise bei Cloud-Plattformen genutzt, um Anwendern auf „Knopfdruck“ neue Instanzen einer Softwareapplikation zur Verfügung zu stellen. Die auf Umsetzung fokussierte Open Industry 4.0 Alliance³⁶ forciert derartige Containertechnologien, um Softwarebausteine im Bereich der Automatisierungstechnik auf Steuerungssystemen unterschiedlicher Hersteller plug & play-fähig nutzen zu können. Gelingt dies, ist es möglich, herstellerübergreifende App-Stores für derartige Softwareapplikationen aufzubauen. Ebenso kann der Einsatzbereich von containerisierten Softwareapplikationen sehr flexibel gestaltet werden, von einer einfachen Steuerung mit vergleichsweise geringer Leistung über Industrial EDGE Systeme bis zu leistungsstarken Cloud-Umgebungen.

Die Containerisierung von Softwareapplikationen ist ein wichtiges Thema für zukünftige IT- und OT-Infrastrukturen. Die dafür notwendigen Basistechnologien, wie z. B. Docker³⁷ oder Kubernetes³⁸, besitzen bereits einen sehr hohen Reifegrad und werden seit einigen Jahren in der Breite angewendet. Diese Technologien leisten jedoch keinen Beitrag, um die Hindernisse in der Realisierung durchgängiger Datenflüsse zu sehr niedrigen Grenzkosten zu erreichen. Sie erleichtern den Aufbau skalierbarer „Häfen“. Das volle Potenzial können diese Häfen erst entfalten, wenn es standardisierte Container für die zu transportierenden digitalen Güter gibt.³⁹

Disruption bestehender digitaler Landschaften

Die Frachtschifffahrt auf Basis des Containermodells ermöglichte einen rasanten Anstieg des globalen Handels. Durch die niedrigen Frachtkosten wurde es möglich, Waren weltweit in vielen Märkten zu vertreiben.

³⁶ <https://openindustry4.com/>

³⁷ <https://www.docker.com/>

³⁸ <https://kubernetes.io/>

³⁹ Grundsätzlich geht das Konzept der Verwaltungsschale über einen „passiven“ Container hinaus, in dem sie auch einen standardisierten Zugriff auf die in ihr enthaltenen Daten ermöglicht. Es wäre denkbar, eine Verwaltungsschale als Docker-Container zu implementieren und bereitzustellen.

Klassisch vertikal integrierte Produktionsketten vom Rohmaterial zum fertigen Produkt – häufig auch in räumlicher Nähe – konnten aufgebrochen werden. Mit einem Mal war es möglich, Kostenvorteile auf globaler Ebene durch z. B. Bündelung von Produktionsmengen zu nutzen. Ebenso wurde es möglich das global vorhandene Spezial-Know-how für quasi jeden verfügbar zu machen. Viele Produkte bestehen heute aus Rohstoffen aus den unterschiedlichsten Winkeln der Welt und haben im Zuge ihrer Produktion mehrere Länder gesehen. Diese globalen Warenketten haben wesentliche Beiträge zum Anstieg des Lebensstandards von Milliarden Menschen weltweit geleistet.

Als Henry Ford in den 1920er Jahren seine beeindruckenden Produktionsstätten in Detroit errichtete, war die räumliche Nähe der einzelnen Produktionsschritte zwingend erforderlich. Vom flüssigen Stahl bis zum fertig montierten Fahrzeug umfasste die Ford-Produktion alle wesentlichen Stufen der Produktion in einem Werk – vertikal integriert. In der digitalen Welt der IT-Systeme arbeiten wir heute weitgehend konform zur Philosophie des Henry Ford. Die Kern-IT-Systeme von der Erschaffung bis zur Verteilung und Nutzung von Daten setzt jedes Unternehmen entsprechend seiner eigenen Bedürfnisse, also seiner eigenen Geschäftsmodelle und -prozesse, meist eigenständig auf. Klassisch wurden die Systeme gekauft und in eigenen Rechenzentren betrieben. Die Leistungsfähigkeit der öffentlichen Netzwerke sowie die Verfügbarkeit leistungsstarker Rechenzentren macht es seit einigen Jahren möglich, den Betrieb der Systeme in die Cloud zu verlagern, um die Betriebskosten der Server und deren Administration einzusparen. Die Ausprägung und Konfiguration sowie die Betriebsverantwortung und Pflege der umgesetzten Daten und Prozesse bleibt in der Verantwortung des Unternehmens.

Die „großen“ Kernapplikationen eines Unternehmens, wie beispielsweise das Product Lifecycle Management PLM, das Enterprise Resource Management ERP oder das Customer Relationship Management CRM, sind digitale Schwergewichte und hochgradig integrierte Systemumgebungen. Sie basieren üblicherweise auf einem individuellen und konsistenten zentralen Datenmodell, auf dem unterschiedliche funktionale Module angeboten werden, die häufig eng miteinander verzahnt sind. Da viele Geschäfts- und Arbeitsprozesse von Ende zu Ende über mehrere dieser Softwareapplikationen hinweg abgewickelt werden, gibt es meist breite und komplexe Schnittstellen zwischen den Kernapplikationen.

Standardisierte Datencontainer können dazu führen, dass diese IT-Infrastrukturen eine ähnliche Veränderung durchlaufen werden wie die Warenströme und Lieferketten physischer Güter. Wenn neue Datenflüsse zu sehr niedrigen bzw. vernachlässigbar kleinen Grenzkosten eingerichtet werden können, ist Vernetzung in einem Umfang möglich, wie sie heute nicht wirtschaftlich umsetzbar ist. Aufgrund der schon vorhandenen leistungsstarken Internet-Infrastruktur können Softwareapplikationen im Sinne der Spezialisierung kleinteiliger gestaltet werden. Anwender wählen die für sie geeignetsten Bausteine („Best of Breed“) und setzen diese zu einem Gesamtsystem zusammen⁴⁰. Softwareanbieter können sich stärker spezialisieren und über die neuen Möglichkeiten der Vernetzung neue Skaleneffekte für ihre Bausteine erschließen. Derartige Rahmenbedingungen wären das Ende der heute geläufigen Groß-IT-Systeme in der Industrie. Diese würden durch Ökosysteme mit einer Vielfalt von Applikationen verschiedener Spezialisten ersetzt. Technologien, wie die Containerisierung und Orchestrierung von Softwareapplikationen, API-Management sowie Low Code bzw. No Code Umgebungen, unterstützen diese Entwicklungsrichtung.

Parallel zur Etablierung des Gedankengutes der Industrie 4.0 entstanden viele Initiativen und Ventures für Plattformen und Ökosysteme in der IT und OT. Plattformökonomie ist zu einem der Leitbegriffe dieser Zeit

⁴⁰ Heute muss man sich zwischen „Best of Breed“ und „Best Integration“ entscheiden.

geworden. Heute gibt es Datenplattformen für Engineeringdaten, wie beispielsweise Cadenas⁴¹ und TraceParts⁴². CAX-Anwendungen kommen mit eigenen Datenportalen für Entwickler daher. Es gibt Plattformen für Schadstoffinformationen zu Produkten, wie beispielsweise BOMcheck.net⁴³. Zahlreiche Plattformen entstanden, um Kunden und Lieferanten zu vernetzen, wie beispielsweise Ariba⁴⁴, SupplyOn⁴⁵, SupplyFrame⁴⁶ oder myOpenFactory⁴⁷. Im Zuge der CO₂-Diskussion gibt es Initiativen für Plattformen zur Bereitstellung des CO₂-Fußabdruckes von Produkten. Die Webportale von Distributoren und Großhändlern wurden um Datenportale erweitert. Das diesen Plattformen zugrunde liegende Geschäftsmodell entspricht einer „Datenspedition“ oder eines „Datenlogistikdienstleisters“ in Analogie zu ihren physischen Pendants. An Initiativen mangelt es nicht. Keine der Initiativen konnte bislang disruptives Wachstum generieren, da ein zentraler Baustein – der standardisierte digitale Datencontainer – fehlt.

Das Vorhandensein zahlreicher Containerhäfen und -terminals war vor vielen Jahrzehnten ein notwendiges aber kein hinreichendes Kriterium für die großen Umwälzungen in der Logistik. Diese passierten erst, als der standardisierte Container verfügbar und etabliert war. Gleiches mag für die digitalen Plattformen gelten. Ihr volles Potenzial können sie erst entfalten, wenn sie in automatisierte Prozesse integriert werden und diese Anbindung zu sehr niedrigen Grenzkosten möglich ist. Die Voraussetzung dafür ist der standardisierte digitale Datencontainer, die AAS, die in der IDTA entwickelt wird. Datenplattformen und Datenräume haben das Potenzial, zu tektonischen Verschiebungen und Veränderungen in der digitalen Welt zu führen – sofern es gelingt, die digitale Datenlogistik zu entfachen. Ohne einen standardisierten Container wird das nicht funktionieren!

Gewinner und Verlierer

Disruptive Veränderungen produzieren Gewinner und Verlierer. Dabei geht es nicht nur um Unternehmen, sondern um ganze Berufsgruppen. Die Arbeitswelt auf den Häfen dieser Welt hat heute nichts mehr mit den Häfen der Vor-1970er Jahre zu tun. Die „Armeen“ von Dockarbeitern und ihre mächtigen Gewerkschaften, die einst bestimmend waren, sind verschwunden. Standardisierung schafft die Möglichkeit zur Automatisierung und genau das zeichnet moderne Häfen aus.

Innerhalb der Plattform Industrie 4.0 gab es von Anfang an eine Arbeitsgruppe zur Zukunft der Arbeit sowie Aus- und Weiterbildung. Im Fokus standen die durch mehr Automatisierung und Digitalisierung erwarteten Veränderungen in den Fabriken dieser Welt. Künstliche Intelligenz und kollaborative Robotik bieten beispielsweise Potenziale, den Automatisierungsgrad in der Industrie zu erhöhen. Diese Entwicklungen zeichnen sich jedoch eher durch graduelle schrittweise Veränderungen über längere Zeitabschnitte aus. Der Einfluss der globalen Logistik auf die Verschiebungen in den globalen Wertschöpfungsketten war in den vergangenen Jahrzehnten signifikanter als die Steigerung des Automatisierungsgrades. Diese Entwicklung wird sich fortsetzen. Disruptionen sind aus heutiger Sicht eher unwahrscheinlich.

Die durch eine containerisierte Datenlogistik zu erwartenden Disruptionen werden sich in der Arbeitswelt an anderer Stelle abspielen – und zwar in Bereichen, die bislang weniger im Fokus standen: der digitalen Arbeiterschaft, die vordergründig durch eine weitergehende Digitalisierung profitieren sollte. Aber auch in

⁴¹ <https://www.cadenas.de/>

⁴² <https://www.traceparts.com/>

⁴³ <https://www.bomcheck.net/>

⁴⁴ <https://www.ariba.com/>

⁴⁵ <https://www.supplyon.com/>

⁴⁶ <https://supplyframe.com/>

⁴⁷ <https://www.myopenfactory.gmbh/>

dieser Arbeitswelt gibt es „Klassenunterschiede“, die Blue Collar und White Collar Jobs. Und so wie die globale Warenlogistik zur Verlagerung vieler Blue Collar Jobs in den Produktionen geführt hat, so ist es möglich, dass eine funktionierende digitale Datenlogistik zu wesentlichen Veränderungen bei den digitalen Blue Collars führen kann. Digitale Blue Collars gibt es an vielen Stellen: Sie pflegen Daten und bedienen IT und OT-Systeme. Sie administrieren Server und die darauf laufende Software. Sie entwickeln Schnittstellen oder konventionelle Applikationen und betreuen diese. Es gibt eine Vielzahl an Tätigkeiten, die erforderlich ist, weil fehlende Standards in der Datenlogistik Automatisierung erschweren und manuelle Arbeit erforderlich ist. Genau in diesen Feldern finden wir die Betroffenen von disruptiven Veränderungen in der digitalen Welt, obwohl diese Berufe heute das Attribut „digital“ tragen und damit vermeintlich als zukunftssicher gelten. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, diese Zielgruppen zu identifizieren und Konzepte zu entwickeln, wie die Transformation in diesen Bereichen erfolgreich gemeistert werden kann.

Zusammenfassung der Erkenntnisse und Handlungsbedarfe

1. Die disruptiven Potenziale einer globalen Datenlogistik stehen den bereits erschlossenen Potenzialen der globalen Warenlogistik in nichts nach. Der Schlüssel ist die signifikante Senkung der Grenzkosten für den Aufbau eines Datenflusses in IT und OT auf annähernd null. Dieses Ziel lässt sich mit einem standardisierten Datencontainer erreichen, der für die wesentlichen Anwendungsfälle der Vernetzung in und zwischen Unternehmen verwendet werden kann. Auf globaler Ebene benötigen wir dafür genau **einen** generischen Standard.
2. Der standardisierte Datencontainer entfacht die Möglichkeiten und Potenziale der Plattformökonomie in Wirtschaft und Industrie auf globaler Ebene. Ohne diesen Container werden es Plattformen weiterhin schwer haben, kritische Massen zu erreichen, da die Grenzkosten zur Anbindung der nächsten Plattform für Anwenderunternehmen zu hoch sind.
3. Eine funktionierende Datenlogistik ist ein zentraler Baustein für das nachhaltige Wirtschaften und die Bewältigung des Klimawandels. Informationen zu Inhaltsstoffen, Schadstoffen, Herkunft, Lieferketten, Energieverbrauch, CO₂-Entstehung, Recyclingfähigkeiten und stofflicher Verwertung müssen auf globaler Ebene entlang der physischen Warenströme fließen. Dies kann in kurzer Zeit nur dann geschehen, wenn die Grenzkosten zum Aufbau eines Datenflusses sehr bzw. vernachlässigbar niedrig sind. Ein qualitativ hochwertig standardisierter Datencontainer erlaubt eine weitergehende Standardisierung von Transport, Handhabung, Be- und Entladen sowie Zugriff und Schutz. Standardisierung schafft neue Möglichkeiten zur Automatisierung.
4. In der laufenden Dekade wird sich manifestieren, welche Rolle Europa in der internationalen Datenlogistik in Wirtschaft und Industrie spielen wird. Daher sollte Europa die sich heute noch bietende Chance ergreifen, eine Vorreiterrolle in der Etablierung und Umsetzung der notwendigen Eckpunkte und Kerntechnologien einzunehmen. Die Plattform Industrie 4.0 als führender Think Tank, Initiator und vorwettbewerblicher Umsetzer auf diesem Gebiet mit einer starken globalen Wahrnehmung und einem Netzwerk aus Industrie, Verbänden und Wissenschaft bietet dafür den idealen Ausgangspunkt.

Handlungsbedarfe für die Plattform Industrie 4.0 und die IDTA

1. Die Plattform Industrie 4.0 erarbeitet als führender Think Tank den Zielzustand einer funktionierenden Datenlogistik und zeigt die notwendigen Handlungsfelder und -bedarfe – u. a. auch im Hinblick auf Klimaschutz und Nachhaltigkeit – für die unterschiedlichen Stakeholdergruppen auf. Dafür ist die Zusammen-

arbeit mit allen relevanten Beteiligten, insbesondere der Verbände und des Forschungsbeirats, von besonderer Bedeutung.

2. Die dargelegten Szenarien einer globalen digitalen Containerlogistik gehen über die bislang betrachteten Anwendungsfälle für die AAS hinaus. Zur umfassenden Erarbeitung des inhaltlichen Zielzustandes und der notwendigen Handlungsfelder erweitern die Plattform Industrie 4.0 und die IDTA ihre Kompetenz- und Mitgliederbasis. Neben der Einbeziehung relevanter Unternehmen der Digitalwirtschaft geht es auch um Industriebranchen, die bislang nicht vertreten sind. Für die IDTA ist weiterhin eine Verbreiterung der Mitgliederbasis auf internationaler Ebene von zentraler Bedeutung.
3. Für unterschiedliche industrielle Anwendungsfälle im Bereich der Datenlogistik gibt es teilweise ausgereifte Standards, die sehr gute Datenmodelle beinhalten. Die Plattform Industrie 4.0 sollte in Zusammenarbeit mit der IDTA die verfügbaren Datenmodelle und -standards strukturieren und konsolidieren, um möglichst schnell zu umfassenden, konsistenten und qualitativ hochwertigen Datenmodellen für den Datencontainer der Zukunft zu kommen.
4. Unter der global starken Marke Industrie 4.0 unterstützt die Plattform Industrie 4.0 die IDTA in seiner internationalen Positionierung, um die Sichtbarkeit in den relevanten Märkten in Nordamerika, Asien und Europa sicherzustellen.
5. In der Kommunikation der bevorstehenden Veränderungen baut die Plattform Industrie 4.0 und die IDTA neben dem Adressatenkreis der „Spezialisten“ auch eine Kommunikation in Richtung von digitalen Laien auf, um ein hinreichendes Verständnis und Interesse in der Breite zu erreichen.

Handlungsbedarfe für Unternehmen

1. Die Datenlogistik benötigt genau einen generischen Standard. Hier bedarf es einer kritischen Masse an Unternehmen, die sich explizit auf einen Standard einigen. Der vielversprechendste Standard mit dem aktuell höchsten Reifegrad ist die AAS der IDTA. Dieser Verein benötigt die intensive Unterstützung meinungsbildender Unternehmen der relevanten Branchen aus Anwendern, IT und OT, die ihre fähigsten Köpfe einbringen müssen, um eine hohe Qualität des Standards sicherzustellen. Die IDTA wird zum internationalen Zentrum der Standardisierung des Datencontainers und muss die internationale Normierung mit hoher Geschwindigkeit vorantreiben.
2. Wandel erfordert Handeln. Softwareanbieter einschlägiger Unternehmensanwendungen implementieren Standardschnittstellen auf Basis des IDTA-Standards, um die Grenzkosten für die Einrichtung von neuen Datenflüssen zu senken. Anwenderunternehmen fordern von ihren Systemanbietern Schnittstellen auf Basis des IDTA-Standards. Dadurch wird das „Henne-Ei-Problem“ gelöst. Im Vordergrund steht dabei die Implementierung des IDTA Datenmodells, das über unterschiedliche technische Schnittstellentechnologien übertragen werden kann.
3. Kompetenzaufbau: Unternehmen investieren in den Kompetenzaufbau für die Eckpunkte einer zukünftigen Datenlogistik. Dazu müssen sie relevante Stakeholder in ihren Unternehmen in das Themenfeld der globalen Datenlogistik einführen. Unter dem Dach der IDTA muss eine Akademie geschaffen werden, die Unternehmen bei diesem Kompetenzaufbau mit Inhalten, Beratung und Didaktik unterstützt. Insbesondere der Mittelstand bedarf in dieser digitalen Transformation einer besonderen Unterstützung.
4. Mitarbeiterentwicklung: Unternehmen identifizieren die Betroffenen dieses digitalen Wandels und leiten rechtzeitig Maßnahmen ein, um die kommenden Veränderungen sozialverträglich gestalten zu können. Im Fokus stehen dabei insbesondere Berufsbilder, die mit oder an IT- und OT-Lösungen arbeiten. Das

ist weniger der klassische Fabrikarbeiter als vielmehr der Angestellte in administrativen, entwickelnden oder informationstechnischen Bereichen.

Handlungsbedarfe für die führenden Industrieverbände

1. Die Industrieverbände forcieren die Fokussierung auf den **einen** international nutzbaren generischen Standard für digitale Datencontainer in der Industrie. In Verbandsprojekten, -richtlinien und Standards wird der IDTA-Datencontainerstandard sukzessive verankert. Weiterhin erarbeiten die Verbände die branchenspezifischen Use Cases, Anforderungen und Umsetzungsszenarien. Die Industrieverbände sind die zentralen Institutionen, die sicherstellen können, dass es nicht zu branchenspezifischen Varianten der Standard-Datencontainer kommt, welche die Skalierung der Datenlogistik über Branchengrenzen hinweg erschweren würden.
2. Die Verbände nehmen eine aktive Rolle im Kompetenzaufbau in ihren Mitgliedsunternehmen wahr, um Klarheit in den zu verfolgenden Zielzuständen einer globalen Datenlogistik zu schaffen, um die Mitarbeit der Unternehmen im Rahmen der Standardisierung sicherzustellen und um den notwendigen Wandel in den von ihnen vertretenden Branchen zu befähigen.
3. Die Industrieverbände unterstützen die Kommunikation in ihren jeweiligen Branchen und relevanten Führungs- und Arbeitskreisen. Über ihre internationalen Netzwerke forcieren sie die Etablierung eines globalen Standards.
4. Die Industrieverbände verfügen über funktionierende Strukturen zur Unterstützung der Politik in der Ausarbeitung sinnvoller Regelungen und Gesetze. Diese Aufgabe nehmen die Verbände auch in der Ausgestaltung einer funktionierenden globalen Datenlogistik wahr.

Handlungsbedarfe und -felder für Forschung und Lehre

1. Das seit Jahrzehnten ungelöste Problem der zu hohen Grenzkosten zum Aufbau neuer Datenflüsse in industriellen bzw. unternehmensbezogenen Datenflüssen hat handfeste Gründe. Ansonsten wäre es längst gelöst. Bei der „Sezierung“ der dieser Herausforderung zugrunde liegenden Hindernisse kann die Forschung wesentlich beitragen und auf Basis dieser Ansätze grundlegende Lösungsansätze erarbeiten. Forschungsinstitutionen forschen gezielt in den unterschiedlichen Teilbereichen der globalen Datenlogistik und leiten wesentliche Erkenntnisse, Handlungsfelder und -bedarfe ab. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags werden zahlreiche Fragestellungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgezeigt, die mit den heute verfügbaren Lösungsansätzen und -technologien nicht oder nur eingeschränkt adressiert werden. Weiterhin wird es auf dem skizzierten Weg viele Fragestellungen geben, die wir derzeit nicht sehen noch begreifen. Hier kann die Forschung in der Ausgestaltung der sich aus dieser Vision möglicherweise ergebenden Entwicklungsperspektiven wesentlich helfen.
2. Forschungsinstitutionen strukturieren Handlungsfelder für den Weg zu einer globalen Datenlogistik. Dabei geht es auch um die Abgrenzung der Einsatzfelder eines standardisierten Datencontainers sowie die Identifizierung von Anwendungsfällen, in denen alternative Lösungen erforderlich sind, sowohl was den Container angeht als auch die Übertragungstechnologien. Dies führt zu einer Charakterisierung und Klassifizierung der Anwendungsfälle und -felder.
3. Eine mögliche Alternative zu standardisierten Datencontainern ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz zum automatisierten Interpretieren von Datenmodellen und Übersetzung dieser Modelle in andere Modelle. Am Beispiel der konkreten Anwendungsfälle von industriellen Datenflüssen fehlen belastbare

Aussagen, ob und unter welchen Rahmenbedingungen KI helfen kann, die Grenzkosten zur Einrichtung neuer Datenflüsse signifikant zu reduzieren bzw. in welche Richtung KI-Technologien weiterentwickelt werden müssten bzw. könnten, um die vorliegenden Probleme zu lösen.

4. Aufgrund ihrer Unabhängigkeit kann die Forschung einen wesentlichen Beitrag bei der Identifizierung der Best-of-Breed unter den vielfältigen aktuell verfolgten Ansätzen leisten und darüber die notwendigen Entwicklungen wesentlich beeinflussen und kanalisieren.
5. Die Aus- und Weiterbildung ist und bleibt ein wesentlicher Befähiger für nachhaltige Veränderungen. Die Verankerung eines Zielbildes und Erklärungsmodells für die globale Datenwirtschaft und -logistik in der Lehre, die nachvollziehbare Vermittlung der Ursache-Wirkungszusammenhänge und Potenziale kann die notwendigen Entwicklungen wesentlich unterstützen und neue Ideen und Initiativen für innovative Geschäftsmodelle befördern.

Handlungsbedarfe für die Bundesregierung

1. Die Bundesregierung stellt in ihren eigenen Aktivitäten sicher, dass die Generik des einen standardisierten Datencontainers in Deutschland, der EU und auch weltweit akzeptiert und damit für die globale Datenlogistik in Industrie und Wirtschaft nutzbar wird. Einer Zersplitterung der Aktivitäten im Sinne von unterschiedlichen Datencontainern für einzelne industrielle Anwendungsfelder oder Branchen wird im Rahmen der eigenen Handlungsmöglichkeiten aktiv entgegengewirkt. Die Bundesregierung stellt vor diesem Hintergrund die Finanzierung der Plattform Industrie 4.0 für die kommende Legislaturperiode sicher.
2. Die Bundesregierung fördert die Etablierung von Plattformen wie GAIA-X und Datenräumen wie Catena-X, Mobilität oder dem Datenraum Industrie 4.0 mit sehr erheblichen Mitteln. Damit diese Investitionen Wirkung entfalten können, bedarf es einer durchgängigen, verpflichtenden Nutzung des IDTA-Standards. Bei laufenden und zukünftigen Fördermaßnahmen von BMWK und BMBF im Bereich der Datenlogistik wird die Nutzung des IDTA-Standards verpflichtend vorgeschrieben.
3. Die Bundesregierung stellt ein kohärentes Vorgehen auf europäischer Ebene sicher und sorgt bei der Erarbeitung von EU-Richtlinien und Regelungen für den Einsatz des einen standardisierten Datencontainers in Wirtschaft und Industrie. Ansätzen zur Etablierung von Varianten und einer Erhöhung der Vielfalt von Datenstandards wird aktiv entgegengetreten. Dabei steht das Bestreben im Vordergrund, Europa in eine führende Position in der globalen Datenlogistik zu bringen und zu einem Leitmarkt zu machen.
4. Die Bundesregierung fokussiert Fördermaßnahmen zur Einrichtung globaler Datenflüsse entlang der Wertschöpfungsketten auf Basis der standardisierten Datencontainer zum Transport relevanter Daten wie Inhaltsstoffen, Herkunft, Energieverbrauch und CO₂-Fußabdruck (Beispiel: Digitaler Product Passport). Insbesondere der Mittelstand bedarf in diesen Feldern bzw. übergeordnet bei Nachhaltigkeit und Klimaschutz einer Unterstützung z. B. durch eine steuerliche Förderung entsprechender Umsetzungsprojekte.
5. Die Bundesregierung fördert und forciert in der Zusammenarbeit mit relevanten Partnerländern die Standards der digitalen Containerlogistik auf internationaler Ebene, um die Grundlagen einer funktionierenden globalen Datenlogistik zu schaffen und die dafür notwendigen Kooperationen in die Wege zu leiten.
6. Die Bundesregierung fördert die Standardisierung und den Aufbau von Infrastruktur für die Verwendung der Datencontainer. Mit niederschweligen z. B. steuerlich geförderten Investitionen werden ins-

besondere klein- und mittelständische Unternehmen befähigt, ihre Dateninfrastruktur für Geschäftsprozesse in Interaktion mit ihren Partnern und Kunden, CO₂-freies Wirtschaften und die Umsetzung der Belange einer funktionsfähigen Kreislaufwirtschaft aufzubauen und initial betreiben zu können. Eine weitere Beschleunigung der Umsetzung kann durch steuerliche Anreize an Unternehmen geschehen, die sich an der Definition und der Umsetzung von Schnittstellen für den generischen Einsatz und die Verbreitung des Datencontainers nachhaltig einsetzen bzw. dieses umsetzen.

Schlussbemerkung

Wie hätte sich die globale Logistik ohne Malcom McLean entwickelt? McLean war nicht der Erste und nicht der Einzige, der sich über Container Gedanken machte. Bereits im zweiten Weltkrieg war in den USA die Notwendigkeit der Verschiffung von Gütern nach Europa deutlich gestiegen, sodass an vielen Stellen darüber nachgedacht wurde, wie ein interkontinentaler Güterverkehr vereinfacht werden könne. Vermutlich wären diese Aktivitäten auch ohne Malcom McLean in Richtung des heutigen Seefrachtcontainers konvergiert. Die Idee lag auf der Hand. Und wenn es nicht McLean gewesen wäre, dann hätte es jemand anderes gemacht. Eine spätere Umsetzung dieser Idee hätte aber dazu führen können, dass zeitgleich in Europa und Asien ebenfalls Containerlösungen umgesetzt und standardisiert worden wären. Dann gäbe es heute vielleicht drei unterschiedliche, zueinander unter Umständen nicht kompatible Seecontainerstandards. Bei Kompatibilitäten geht es um Details. Nur wenige Millimeter führen dazu, dass Container nicht mehr stapelbar sind oder mit den gleichen Mitteln verladen werden können. Die Europalette ist 3,5 cm zu lang und 2,3 cm zu breit, um einen ISO 668 Container optimal belegen zu können; Details, die darüber entscheiden, ob etwas funktioniert oder nicht. Die heute schon gewaltigen Containerhäfen würden in einem Szenario mit unterschiedlichen Containerabmaßen vermutlich deutlich größer ausfallen müssen, da Container je nach kontinentalem Standard in unterschiedlichen Hafenbereichen zu verladen wären. Darüber hinaus würde es ggf. weiterer Flächen benötigen, um vor Ort von einem Containerstandard in einen anderen umladen zu können, z. B. um die Waren im Binnenverkehr weiter zu transportieren. Aufgrund der hohen Mengen wären die Transportkosten vermutlich trotzdem noch erschwinglich. Gleichzeitig hätten jedoch die deutlich höheren Investitionen und Flächenbedarfe die Dynamik der globalen Güterlogistik möglicherweise deutlich gebremst.

Auf dem Weg zu einer globalen Datenlogistik in der Industrie stehen wir trotz der großen Fortschritte erst am Anfang. Wir treffen heute Entscheidungen, die unsere zukünftigen Handlungsspielräume bestimmen werden. Um Europa in eine führende Position in der Datenlogistik zu bringen, um dadurch die ambitionierten Pläne zum nachhaltigen Wirtschaften möglich zu machen und um unsere Handlungssouveränität abzusichern, ist es von volkswirtschaftlicher Relevanz, dass ein umfassender Standard für Datencontainer in der Industrie entwickelt und etabliert wird. Auf Basis dieses Standards können Plattformgeschäftsmodelle ihre Potenziale und volle Wirkung entfalten. Dabei müssen staatliche Institutionen fördern und fordern und Unternehmen der relevanten Branchen die inhaltliche Arbeit vorantreiben und die Umsetzung sicherstellen. Die Plattform Industrie 4.0 kann und sollte diese Entwicklung in Richtung Politik und Wirtschaft proaktiv treiben und orchestrieren.

Autoren

Frank Possel-Dölken, Sven Heißmeyer, Lutz Jänicke, Johannes Kalhoff, Christoph Kelzenberg, Andreas Orzelski