

Michael ten Hompel  
Michael Henke  
Boris Otto *Hrsg.*

# Silicon Economy

Wie digitale Plattformen industrielle  
Wertschöpfungsnetzwerke global  
verändern

EBOOK INSIDE

 Springer Vieweg



# Silicon Economy

---

Michael ten Hompel · Michael Henke ·  
Boris Otto  
(Hrsg.)

# Silicon Economy

Wie digitale Plattformen industrielle  
Wertschöpfungsnetzwerke global  
verändern

*Hrsg.*

Michael ten Hompel  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und  
Logistik  
Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

Michael Henke  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und  
Logistik  
Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

Boris Otto  
Fraunhofer-Institut für Software- und  
Systemtechnik ISST  
Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

ISBN 978-3-662-63955-9      ISBN 978-3-662-63956-6 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-63956-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Axel Garbers

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

---

## Vorwort

In den Zwanzigerjahren werden die erfolgreichsten Geschäftsmodelle der Logistik und des Supply Chain Management im Bereich der Plattformökonomie entstehen. Unser Verständnis dieser Plattformökonomie ist geprägt von einer föderalen Vielfalt logistischer und industrieller B2B-Plattformen: der Silicon Economy. Logistikunternehmen jeder Größe haben darin die Chance, ihre Geschäftstätigkeit vollständig automatisiert und zukünftig autonomisiert abzuwickeln – von der Verhandlung über die Bestellung und Abrechnung bis zum Transport.

Intelligente Container und Paletten, die autonom verhandeln und sich selbst zum Empfänger routen, oder Schwärme autonomer Fahrerloser Transportsysteme in den Fabriken zeigen schon heute beispielhaft, dass und wie Supply Chains in Zukunft funktionieren: Aus einzelnen Lieferketten werden vernetzte und sich selbst organisierende, autonome Ökosysteme.

Wie zuvor in den B2C-Geschäftsmodellen des Silicon Valleys, liegt auch in der Silicon Economy ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung im Schöpfen, Verarbeiten und Verwerten von Daten. Dieses „Datengold“ wird nun durch Industrie 4.0 und das Internet der Dinge erweitert, über Blockchains verhandelt und auf Plattformen verarbeitet und angereichert. Das Internet der Daten entwickelt sich zum Internet der Werte.

Komplexität und Geschwindigkeit dieser Entwicklung übersteigen alles Dagewesene. Einzelne Unternehmen werden weder in der Lage sein, noch das Interesse haben, ein solches Ecosystem alleine zu schaffen. Die Silicon-Economy-Initiative, die diesem Buch den Namen gab, hat sich daher zum Ziel gesetzt, die Teilhabe und Teilnahme durch Open Source und Open Innovation zu fördern und Künstliche Intelligenz und Plattformökonomie für Viele anwendbar zu gestalten.

Dieses Werk liefert in der vorliegenden Auflage einen grundlegenden Überblick über die Silicon Economy. Während sich „Grundlagen und Kontext der Silicon Economy“ dem Thema dabei aus dem Blickwinkel der übergeordneten strategischen Ausrichtung und den zentralen ökonomischen Zusammenhängen nähert, werden in „Technologien und Anwendungen für die Silicon Economy“ technologische Grundlagen und Anwendungen beschrieben. Im Fokus stehen hierbei Themen wie IT-Architektur, Blockchain und Smart Contracts, das Internet der Dinge und Künstliche Intelligenz.

Die Beiträge entstanden maßgeblich in den Umsetzungsprojekten zur Silicon Economy. Das Projekt „Silicon Economy Logistics Ecosystem“ wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und das Projekt „Blockchain Europe – das Projekt zum Aufbau des Europäischen Blockchain-Instituts in Nordrhein-Westfalen“ wird durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) gefördert.

Die Herausgeber danken allen Autoren herzlich für Ihre Beiträge in diesem Werk und bei der Verwirklichung der Silicon Economy. Für die Erstellung der Abbildungen gilt der Dank Herrn Katsimitsoulis, für die Gesamtkoordination ein herzliches Dankeschön an Herrn Dr. Michael Schmidt.

Zu guter Letzt und ganz im Sinne von Open Source: „Never walk alone“.

Dortmund  
im Juli 2021

Michael ten Hompel  
Michael Henke  
Boris Otto

---

# Inhaltsverzeichnis

## Teil A Grundlagen und Kontext der Silicon Economy

<b>Silicon Economy – Es geht um alles</b> .....	3
Michael ten Hompel und Michael Henke	
<b>1 Die Digitalisierung von allem und die Künstliche Intelligenz in allem wird alles für alle ändern</b> .....	4
<b>2 Logistik als Garant für den freien Welthandel – eine neo-ökologische und plattform-ökonomische Betrachtung der Silicon Economy</b> .....	7
<b>3 Silicon Economy inside</b> .....	10
<b>Literatur</b> .....	17
<b>Die Rolle von Open Source in der Silicon Economy</b> .....	19
Michael Schmidt, Carina Culotta, Andreas Nettsträter und Estelle Duparc	
<b>1 Einleitung</b> .....	20
<b>2 Open Source</b> .....	24
<b>3 Die Rolle von Open Source in der Silicon Economy</b> .....	34
<b>Literatur</b> .....	36
<b>Datensouveränität</b> .....	41
Sebastian Opiel und Jürgen Schmelting	
<b>1 Notwendigkeit für Datensouveränität</b> .....	42
<b>2 Datensouveränitätsmechanismen</b> .....	45
<b>3 Referenzarchitektur der International Data Spaces</b> .....	48
<b>4 Datensouveränität am Beispiel der Silicon Economy</b> .....	51
<b>5 Fazit</b> .....	52
<b>Literatur</b> .....	53
<b>Digitale Plattformen und Ökosystemstrategien</b> .....	55
Carina Culotta, Estelle Duparc und Frederik Möller	
<b>1 Einleitung</b> .....	56
<b>2 Digitale Plattformen im Überblick</b> .....	58

<b>3 Digitale und plattformbasierte Geschäftsmodelle für Unternehmen</b> . . . . .	63
<b>4 Potenziale der Plattformökonomie für die Logistik</b> . . . . .	67
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick: Plattformökonomie in der Silicon Economy</b> . . . . .	69
<b>Literatur</b> . . . . .	70
<b>Geschäftsökosysteme im Zeitalter der Data Economy</b> . . . . .	75
Tobias Guggenberger, Frederik Möller und Hendrik Van der Valk	
<b>1 Ökosysteme als Form der unternehmensübergreifenden Organisation</b> . . . . .	76
<b>2 Plattformen und Ökosysteme</b> . . . . .	78
<b>3 Spezifische Ausprägungen und Konfigurationen von Ökosystemen</b> . . . . .	81
<b>4 Ökosysteme im Zeitalter der Silicon Economy</b> . . . . .	83
<b>Literatur</b> . . . . .	87
 <b>Teil B Technologien und Anwendungen für die Silicon Economy</b>	
<b>IT-Architektur für die Silicon Economy</b> . . . . .	93
Jens Leveling, Arkadius Schier, Dominik Sparer und Norbert Weißenberg	
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	94
<b>2 Architekturmuster der Silicon Economy</b> . . . . .	96
<b>3 Architektur der Silicon Economy</b> . . . . .	103
<b>4 Zusammenfassung</b> . . . . .	118
<b>Literatur</b> . . . . .	118
 <b>Blockchain und Smart Contracts</b> . . . . .	121
Roman Koller und Josef Kamphues	
<b>1 Grundlagen der Blockchain</b> . . . . .	122
<b>2 Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain</b> . . . . .	129
<b>3 Blockchain im Kontext der Silicon Economy</b> . . . . .	131
<b>4 Ausblick</b> . . . . .	136
<b>Literatur</b> . . . . .	138
 <b>Entscheidungsautomatisierung</b> . . . . .	141
Martin Böhmer und Benjamin Korth	
<b>1 Entscheidung als Informationsverarbeitungsprozess</b> . . . . .	141
<b>2 Anwendungsfälle und Beispiele in der Silicon Economy</b> . . . . .	145
<b>3 Stand der Forschung und Praxis</b> . . . . .	152
<b>4 Forschungsbedarf</b> . . . . .	162
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick</b> . . . . .	168
<b>Literatur</b> . . . . .	169



<b>Das Internet der Dinge in der Silicon Economy</b> .....	173
Sören Kerner und Sebastian Wibbeling	
1 <b>Das Internet der Dinge</b> .....	174
2 <b>ICTPro – ein Fall, der Schule macht</b> .....	181
3 <b>Smart Contracting – die Vision der vollständigen Selbstorganisation</b> .....	183
4 <b>Enter Silicon Economy</b> .....	186
5 <b>Modulare IoT Devices in der SE</b> .....	187
<b>Literatur</b> .....	191
<b>Digitaler und Cyberphysischer Zwilling</b> .....	193
Moritz Roidl und Anike Murrenhoff	
1 <b>Einführung</b> .....	194
2 <b>Grundbegriffe und Anwendungen</b> .....	197
3 <b>Herausforderungen bei der Anwendung in einer Silicon Economy</b> .....	208
4 <b>Einordnung in Technologien und Konzepte der Silicon Economy</b> .....	215
5 <b>Maschinelles Lernen und Cyberphysische Zwillinge</b> .....	219
6 <b>Entwicklungsumgebungen für Cyberphysische Zwillinge</b> .....	222
7 <b>Testbeds</b> .....	222
<b>Literatur</b> .....	226
<b>Lernverfahren der Künstlichen Intelligenz zur Inwertsetzung von Daten: Automatisierte Erkennung und Prognose</b> .....	229
Katja Ickstadt, Markus Pauly, Marco Motta, Swetlana Herbrandt, Nikolas Moroff, Friedrich Niemann, Michael Henke und Michael ten Hompel	
1 <b>Einleitung</b> .....	230
2 <b>Ableitung einer Bedarfsprognose aus Lagerbewegungen</b> .....	232
3 <b>Simulation und Analyse des Artikelbedarfs</b> .....	235
4 <b>Automatisierte Zeitdatenerfassung in der Intralogistik</b> .....	239
5 <b>Ausblick</b> .....	247
<b>Literatur</b> .....	247
<b>Financial Supply Chain Management in der Silicon Economy</b> .....	251
Axel T. Schulte und Gerhard Schipp	
1 <b>Vom Financial Supply Chain Management zum <i>inclusive</i> Financial Supply Chain Management</b> .....	252
2 <b>Supply Chain Finance – Zentrale Bausteine</b> .....	253
3 <b>Risikomanagement im Financial Supply Chain Management</b> .....	264
4 <b>Financial Supply Chain Prozessoptimierung</b> .....	266
5 <b>Integration ESG Value Chain</b> .....	268
6 <b>Fazit: <i>inclusive</i> FSCM in der Silicon Economy</b> .....	271
<b>Literatur</b> .....	273

<b>Plattformen der Verkehrslogistik</b> .....	275
Achim Klukas und Maximilian Schellert	
<b>1 Trends in der Verkehrslogistik</b> .....	275
<b>2 Digitale Plattformen im Transport</b> .....	280
<b>3 Transportplattformen in der Silicon Economy</b> .....	282
<b>4 Vision</b> .....	286
<b>Literatur</b> .....	287
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	289

---

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

## Über die Herausgeber

**Michael ten Hompel** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen FLW, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Michael Henke** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Unternehmenslogistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Boris Otto** Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

---

## Autorenverzeichnis

**Martin Böhmer** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Carina Culotta** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Estelle Duparc** Lehrstuhl für Industrielles Informationsmanagement IIM, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Tobias Guggenberger** Lehrstuhl für Industrielles Informationsmanagement IIM, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Michael Henke** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Unternehmenslogistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Swetlana Herbrandt** Fakultät Statistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Katja Ickstadt** Fakultät Statistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Josef Kamphues** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Sören Kerner** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Achim Klukas** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Roman Koller** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Benjamin Korth** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Jens Leveling** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Nikolas Moroff** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Marco Motta** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Frederik Möller** Lehrstuhl für Industrielles Informationsmanagement IIM, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Anike Murrenhoff** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Andreas Nettsträter** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Friedrich Niemann** Fakultät Statistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Sebastian Oprel** Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Dortmund, Deutschland

**Markus Pauly** Fakultät Statistik, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Moritz Roidl** Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen FLW, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Maximilian Schellert** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Arkadius Schier** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Gerhard Schipp** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Jürgen Schmelting** Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Dortmund, Deutschland

**Michael Schmidt** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Dr. Axel T. Schulte** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Dominik Sparer** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

**Michael ten Hompel** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen FLW, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Hendrik Van der Valk** Lehrstuhl für Industrielles Informationsmanagement IIM, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

**Norbert Weißenberg** Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Dortmund, Deutschland

**Sebastian Wibbeling** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Deutschland

---

**Teil A**  
**Grundlagen und Kontext der Silicon Economy**



---

# Silicon Economy – Es geht um alles

Michael ten Hompel und Michael Henke

---

## Zusammenfassung

Silicon Economy ist ein föderales und dezentrales (Plattform-)Ökosystem als Gegenentwurf zu monopolistischen Plattformen, mittels derer logistische Dienste angeboten, gemanagt und abgerechnet werden können. Das Silicon-Economy-Ökosystem wird zu einem Enabler von Supply Chain Ecosystems, in denen Güter, autonom durch KI gesteuert, situativ orchestrierte Prozesse durchlaufen. Ursprung und Potenziale, aber auch technologische Grundlagen und Herausforderungen des sich in Richtung einer Silicon Economy vollziehenden Wandels stehen im Fokus des Beitrags.

---

## Schlüsselwörter

Silicon Economy · Plattformökonomie · Föderales Plattformökosystem · Supply Chain Ecosystems

---

M. ten Hompel (✉)

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen  
FLW, TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

E-Mail: [michael.ten.hompel@iml.fraunhofer.de](mailto:michael.ten.hompel@iml.fraunhofer.de)

M. Henke

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Lehrstuhl für Unternehmenslogistik,  
TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

E-Mail: [michael.henke@iml.fraunhofer.de](mailto:michael.henke@iml.fraunhofer.de)

© Der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2022

M. ten Hompel et al. (Hrsg.), *Silicon Economy*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63956-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63956-6_1)

## 1 Die Digitalisierung von allem und die Künstliche Intelligenz in allem wird alles für alle ändern

Algorithmen Künstlicher Intelligenz werden am Ende der Zwanzigerjahre im logistischen Bereich – und nicht nur dort – alles bestimmen, regeln und kontrollieren. Plattformen werden Daten horten und Wissen generieren. Schwärme autonomer Roboter werden ihre Umgebung erkunden, miteinander verhandeln und sich selbst organisieren.

Es entsteht eine neue „Silicon Economy“. Sie wird die überkommenen Geschäftsmodelle des Silicon Valley in den Schatten und die Welt auf den Kopf stellen. Und es gibt keine Alternative zur Einführung Künstlicher Intelligenz – längst scheitern menschliche Intuition und hierarchische Ordnung bei dem Versuch, die Komplexität bestehender Netze und Prozesse zu beherrschen. KI-Algorithmen und ihr maschinelles Lernen werden den Wettbewerb bestimmen.

Logistik und Supply Chain Management bilden das Spielfeld, in dem die erste Halbzeit dieses neuen B2B-Wettbewerbs entschieden wird.

### Die zeitliche Koinzidenz der Entwicklungen ist entscheidend

Die Einführung und universelle Anwendung Künstlicher Intelligenz kennzeichnet die Epoche, in der wir leben. Autonom interagierende Entitäten bestimmen zunehmend die Entwicklung. Seit jeher getrieben durch die Hardwareentwicklung digitaler Halbleiter wie Speicher, Low-Power-Sensoren und Prozessoren tritt nun die Automatisierung vollständiger Prozesse und Supply Chains auf Basis autonomer Entitäten im Soft- und Hardwarebereich in den Vordergrund. Entscheidend ist hierbei die zeitliche Koinzidenz einer Fülle technischer Entwicklung:

- Von der Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge, inklusive KI in den Geräten (Edge AI),
- über echtzeitfähige Vernetzung (5G, Wi-Fi 6),
- KI-basierte Plattformen (AI Platform as a Service),
- Blockchain (Distributed Ledger) und automatisiertes Verhandeln (Smart Contracting),
- Schwärme autonomer Roboter (LoadRunner®),
- Virtualisierung und Simulation (simulationsbasierte KI),
- immersive Technik wie Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR), welche den Menschen mit Künstlicher Intelligenz verbinden,
- Cognitive Computing
- bis zum Quantum Computing (mittelbar durch die aktuelle Entwicklung getrieben).

Das jeweils verbindende Element ist die durchgängige Anwendung Künstlicher Intelligenz – wenn auch in unterschiedlichster Ausprägung. Angefangen von einfachsten, regelbasierten Systemen in den Trackern unserer Container, über Support Vector Machines in „intelligenten“ Sensoren, über das simulationsbasierte Reinforcement Learning von Schwärmen autonomer Fahrzeuge, bis hin zu Deep-Learning-Algorithmen im Supply



Chain Management. Es scheint die Logistik zu sein, in der all diese Technologien nun zeitgleich durchbrechen. Sie ist es, die aufgrund ihrer vergleichsweise einfachen, aber millionenfach durchgeführten Prozesse im Einzelnen, aber ihrer enormen systemischen Komplexität im Ganzen, nachgerade ein Musterbeispiel für die KI-Anwendung darstellt. So ist beispielsweise schon die automatische Identifikation und Vermessung einzelner Packstücke per Kamera und KI ein Milliardenmarkt. Die wirklichen Marktpotenziale werden allerdings gehoben, wenn sich die Prozessketten auf den KI-Plattformen zukünftigen Supply Chain Managements schließen und KI-Algorithmen logistische Netzwerke sowohl vertikal (vom Sensor bis zur Cloud) als auch horizontal (entlang logistischer Prozesse) vollständig durchdringen werden.

Es gibt nicht die singuläre Entwicklung, die aktuell zu disruptivem Wandel führt und nach der ganze Zeitalter benannt werden. Es ist die zeitliche Koinzidenz, die wie ein Brennglas das Sonnenlicht, eine Vielzahl exponentieller Entwicklungen auf einen Punkt konzentriert. Die Resultierende hat dann allerdings den Charakter einer Singularität. Die Kreise schließen sich, und es entsteht ein „connected and autonomous supply chain ecosystem“ [1], mit anderen Worten: die Silicon Economy.

### **Gesellschaftlicher Wandel**

Es geht nicht nur um Technik und Technologie, sondern auch um einen essenziellen Wandel unserer Gesellschaft. Der Mensch wird nicht mehr die „entscheidende Instanz“ sein, sondern das Heft des Handelns an Maschinen und ihre Algorithmen abgeben. Der Wandel ist universell und wird nicht in der Urgestalt eines Maschinenmenschen daherkommen, wie ihn Fritz Lang einst in seinem Film Metropolis verbildlichte. Im Gegenteil – die Nachahmung des Menschen in Robotergestalt wäre im Wesentlichen Ressourcenverschwendung und die Vergewaltigung einer Technologie, die vieles kann, aber ebenso gar nicht menschlich ist. Es wird essenziell sein, den Menschen und seine Position gegenüber Künstlicher Intelligenz neu zu verorten.

In den ersten drei industriellen Revolutionen wurde mechanische Arbeit auf Maschinen und Roboter übertragen. Für eine derartige industrielle Anwendung war es müßig, darüber nachzudenken, ob Computer Kreativität oder Intuition entfalten konnten. Heute liegen ihre Fähigkeiten punktuell weit jenseits menschlicher Intuition. So ist auch das Malen von Bildern und das Komponieren von Musikstücken von einem Rechner per KI vergleichsweise einfach zu erlernen [2]. Auch Fachleute sind nicht mehr in der Lage, zu unterscheiden, ob so manchem Werk menschliche oder maschinelle Kreativität zugrunde lag.

In der Silicon Economy wird zunehmend *geistige Arbeit* auf Maschinen übertragen. In der Logistik wird sich dies zum Beispiel in der Planung, Kontrolle und Disposition von Prozessen und in neuen Geschäftsmodellen manifestieren. Anders Indset et al. [3] sprechen in diesem Kontext von einer aufkommenden „Wissensgesellschaft“, in der wir als Menschen nurmehr vorrangig auf vordefiniertes und per künstlicher Intelligenz algorithmisch bearbeitetes Wissen aus unseren Suchmaschinen und Datenbanken reagieren, und die es daher zu überwinden gilt. Denn damit würde der

Mensch zunehmend obsolet – zumindest in Bezug auf repetitive Fähigkeiten oder die Repräsentation von Wissen. Nach der Automatisierung von Montageprozessen in der dritten industriellen Revolution folgt die Kassiererin an der Supermarktkasse oder der Banker, der nur noch wiedergibt, was die automatisierte Prüfung per KI ergeben hat. Mit Künstlicher Intelligenz werden heute Operationen unterstützt und so wird wohl auch irgendwann die Chirurgin ersetzt, die einen grauen Star operiert oder auch der Lehrerberuf durch künstliche Avatare bereichert – zumindest soweit es um die reine Wissensvermittlung geht. In der Konsequenz dieser Entwicklung wird der Wandel von einer rein reflektorischen Wissensgesellschaft hin zu einer „Verstandesgesellschaft“ gefordert, in welcher eine Rückbesinnung auf humanistische Werte und die Fähigkeiten zum philosophischen, künstlerischen und wissenschaftlichen Diskurs für den Menschen als unerlässlich erachtet werden.

Es ist eine technische Frage, wie wir die Potenziale neuronaler Netze in unseren Computern heben, es ist eine andere Frage, wie Künstliche Intelligenz die neuronalen Netze in unserem Gehirn verändert. Elon Musk, Gründer von Tesla und SpaceX hat sich dieser Frage gestellt und ist zu dem Schluss gekommen, man müsse das menschliche Gehirn mit Künstlicher Intelligenz verbinden, um am Ende nicht als dessen Haustier zu enden. In der ihm eigenen Konsequenz gründete er 2016 die Firma Neuralink und will nun den Versuch unternehmen, das menschliche Gehirn mit einem Rechner zu verbinden, um so gelähmten Menschen die Benutzung von Computern zu ermöglichen. Dies soll aber nur der erste Schritt sein, um die intellektuelle Teilhabe des Menschen in Zukunft und in der Verbindung mit der Maschinenwelt zu sichern.

Wie auch immer sich Künstliche Intelligenz im Verhältnis zum Menschen entwickeln wird, eines scheint unabdingbar: Es ist eine tiefgreifende Debatte notwendig, was es heute und morgen bedeutet, ein Mensch zu sein.

### **Sharing Economy**

Die universelle Herausforderung der ubiquitären Einführung Künstlicher Intelligenz fördert die Erkenntnis, dass die Teilnahme und Teilhabe Vieler zu sichern ist. Einerseits soll hierdurch die von Elon Musk et al. befürchtete Verselbstständigung Künstlicher Intelligenz verhindert werden (s. o.), andererseits übersteigt jedoch die Dimension dieser Entwicklung das Maß, welches durch ein einzelnes Unternehmen zu leisten ist – und sei es noch so groß. Zugleich ist „Sharing“ das Leitmotiv einer neuen Generation von Entwicklerinnen und Entwicklern, die mit dem Prinzip des Tauschens und Teilens im Internet aufgewachsen ist und eine andere Logik des Gebens und Nehmens verinnerlicht hat: „Nutzen statt Besitzen“ ist ihr Motto. Das Prinzip hat sich auf große Bereiche der Wirtschaft ausgedehnt und ist zur Grundlage neuer Wertschöpfungsmodelle geworden.

Diesem Leitmotiv folgt die Open-Source-Software-Bewegung, das heißt die frei zugängliche Bereitstellung von Quellcode, welche Menschen und Unternehmen die Möglichkeit bietet, diesen Quellcode zu nutzen, anzupassen und zu verbreiten. Auch die Veröffentlichung von Bauplänen als Open Hardware oder die Bereitstellung und Nutzung von Daten als Open Data sind ebenso Ausdruck des Sharing-Mindsets wie

offene Innovationsprozesse mit firmeninternen und externen Kräften (Open Innovation). Allen diesen Strömungen gemein ist das begründete Vertrauen darauf, Geschäftspotenziale gemeinsam besser zu heben, die durch intakte und offene Ökosysteme generiert werden – zum Beispiel durch größere Innovationskraft, bessere Stabilität und IT-Sicherheit oder durch die Vermeidung von Lizenzkosten etc.

Open-Source-Software ist mittlerweile ein fester Bestandteil der digitalen Wirtschaft in Deutschland und Bestandteil nahezu sämtlicher Innovationsprozesse – und zwar länderübergreifend und unter Beteiligung zahlreicher Unternehmen. Dies betrifft nicht nur die Internet-Wirtschaft, sondern auch die industrielle Produktion, deren Code-Basis heute zu 50 % auf Open-Source-Software fußt [4, 5]. Sie ist aus der heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Die Digitale Transformation und damit auch die Silicon Economy wird ohne den Einsatz von Open Source nicht gelingen.

---

## **2 Logistik als Garant für den freien Welthandel – eine neo-ökologische und plattform-ökonomische Betrachtung der Silicon Economy**

Die Bedeutung der Logistik hat in den letzten Jahrzehnten parallel zum wachsenden Welthandel enorm zugenommen. Logistik bildet die Grundlage des Welthandels. Sie verbindet Orte und Unternehmen in globalen Netzwerken – angefangen beim physischen Material- und Warenfluss über den Austausch von Daten im Informationsfluss bis hin zum Finanzfluss im logistischen Management. Insofern ist die Logistik eine der wichtigsten Einflussgrößen auf den freien Welthandel.

Dieser freie Welthandel wird nicht nur immer wieder durch politische Entwicklungen beeinflusst, sondern auch von sogenannten Megatrends geprägt. Ein Charakteristikum von Megatrends ist Ubiquität: Sie zeigen Auswirkungen in allen gesellschaftlichen Bereichen. Einige Megatrends sind dabei von besonderer Bedeutung für die Logistik (vgl. hierzu ausführlich [6]): Neo-Ökologie und New Work.

Der Megatrend Neo-Ökologie stellt eine Mischung aus Ökologie, Ökonomie und gesellschaftlichem Engagement dar und reicht in jeden Bereich unseres Alltags hinein. Ob persönliche Kaufentscheidungen, gesellschaftliche Werte oder Unternehmensstrategie – Neo-Ökologie entwickelt sich nicht zuletzt aufgrund technologischer Innovationen mehr und mehr zu einem der größten Veränderungstreiber unserer Zeit. Der Megatrend sorgt nicht nur für eine Neuausrichtung der Werte der globalen Gesellschaft, der Kultur und der Politik; er verändert unternehmerisches Denken und Handeln in seinen elementaren Grundfesten (vgl. ebenda).

Dies hat einerseits zur Folge, dass technologiebasierte Lösungen zur Steuerung von globalen Wertschöpfungsprozessen mit beispielsweise den UN Sustainable Development Goals und den Anforderungen an eine Circular Economy vereint werden müssen.

Andererseits müssen inmitten des Klimawandels und verstärkt durch den Corona-Schock die Ansätze zur herkömmlichen Unternehmenssteuerung auf Basis der

klassischen Erfolgsmessung hinterfragt werden. Um nicht nur erfolgreich zu sein, sondern auch widerstandsfähig, resilient und nachhaltig zu werden, muss über den bloßen Wert von Produktion und Konsum hinausgeblickt werden (vgl. [7]).

Ein weiterer bedeutender Megatrend in der Logistik – New Work, in seiner Ausprägung von Plattformen – hängt eng mit der Neo-Ökologie zusammen. Bereits aus den allgemeinen Eigenschaften von Plattformen kann sich zum Beispiel eine effizientere Ressourcenallokation ergeben. Eine weitere Ausprägung von New Work ist der Trend zu Coopetition (vgl. hierzu ausführlich [8]), der die Zusammenarbeit mit bzw. Unterstützung von Mitbewerbern zur gemeinsamen Lösung komplexer Probleme beschreibt. Die Plattform-Ökonomie bietet die perfekte Grundlage für solche Kooperationen von Wettbewerbern.

„What we do know is that these platforms are in many cases disrupting the existing organization of economic activity by resetting entry barriers, changing the logic of value creation and value capture, playing regulatory arbitrage, repackaging work, or repositioning power in the economic system“ [9, S. 66].

„In this sense, ecosystems do not fit into the classical firm-supplier relationship, Porter’s (1980) value system, or a firm’s strategic networks; neither are they integrated hierarchies“ [10, S. 4].

Die Chancen und Risiken dieser durch Plattformen und entsprechende Ökosysteme verursachten Veränderungen sind vielfältig (vgl. [11]): Insbesondere durch wird eine deutlich erhöhte Wettbewerbsintensität auf den klassischen Märkten der Industriebetriebe festzustellen sein. Darüber hinaus entsteht durch Plattformen eine Anonymisierung des Kundenkontakts, wodurch sich in Kombination mit einer globalen Preistransparenz folglich auch die Kundenloyalität verringern wird. Auch wird sich eine Monopolposition einzelner, global bekannter Plattformbetreiber als herausfordernd erweisen, die mit Amazon und Alibaba für die Logistik im B2C-Bereich bereits eine nicht mehr aufzuholende marktdominierende Position einnehmen.

Demgegenüber stehen klare Chancen und Entwicklungsperspektiven, vor allem im B2B-Bereich: Das Plattformgeschäft steht in Zusammenhang mit einer höheren Innovations- und Dienstleistungsneigung der plattformnutzenden Industriebetriebe. Serviceplattformen bieten z. B. auch die Möglichkeit, neues Wissen über das eigene Produkt zu generieren. Dies kann dann kontinuierlich zu Produktverbesserungen und zu einer höheren Innovationsleistung insgesamt führen, insbesondere, wenn hier Open-Source-Lösungen zum Einsatz kommen. Digitale Plattformen führen so durch Daten zu neuem Wissen, was sich somit nicht nur in Form neuer Geschäftsmodelle, sondern auch in verbesserten Produkten niederschlägt.

Gerade in der Logistik entwickeln sich neue Geschäftsmodelle, die analog zu Uber und Airbnb vor allem durch Start-ups getrieben werden (vgl. [22]). Diese Start-ups agieren beispielsweise mithilfe mobiler Apps, Plattformen und Marktplätzen, die entsprechend des Uber-Modells vermittelnde Akteure (z. B. Spediteure) ersetzen. Entsprechend wird in der Regel eine Plattform zur Verfügung gestellt, auf die mobil zugegriffen werden kann

und auf der verschiedene Logistikdienstleister ihre Ressourcen zur Verfügung stellen und Verlagerer ihre Anfragen platzieren.

Die bisherigen Einzel- bzw. Insellösungen sollten aber auf einer offenen Plattform für die Logistik integriert werden, um die positiven ökologischen und ökonomischen Auswirkungen, insbesondere im Vergleich mit amerikanischen und chinesischen Wettbewerbern, in ihrer sich komplementär ergänzenden Gesamtheit adressieren zu können. Die „Silicon Economy“ baut die dafür notwendige technologische Infrastruktur, im Kern bestehend aus IoT-, Blockchain- und Logistik-Broker, auf.

Über den Blockchain-Broker werden die IoT-Daten revisions sicher gebucht und gehandelt. Über Smart Contracts, die ebenfalls auf Basis der Blockchain geschlossen werden, können sowohl die Einhaltung von Verträgen automatisiert überwacht als auch die daran geknüpften Zahlungsverpflichtungen ebenfalls automatisiert ausgelöst werden. Daher verbindet die Blockchain-Technologie den Material- und Informationsfluss mit dem Finanzfluss. Die schon seit Jahrzehnten geforderte integrierte Steuerung aller drei Flüsse wird damit endlich Realität. Mithilfe von Blockchain kann das lang ersehnte Ende-zu-Ende Supply Chain Management Wirklichkeit werden.

Damit wird bereits deutlich, dass Blockchain nicht nur aus einer technologischen Betrachtung heraus, sondern gerade auch aus einer Management-Perspektive hochinteressant ist. So steht die Technologie für Transparenz über und Vertrauen in die in einer Blockchain gespeicherten Informationen. Da diese Informationen je nach gewähltem Verfahren vielen bzw. allen über eine Blockchain miteinander verbundenen Stufen in Wertschöpfungsnetzwerken zur Verfügung stehen, werden Informationsasymmetrien, die unser bisheriges Wirtschaften kennzeichnen, deutlich geringer oder sogar – wird das heute noch theoretische Extrembeispiel betrachtet, dass alle Partner eines Wertschöpfungsnetzwerkes über eine Blockchain verbunden sind – nicht mehr vorhanden sein.

Die technologischen Möglichkeiten, aus dieser theoretischen Überlegung bald praktische Anwendungsszenarien zu entwickeln, liegen vor. Es wird in den nächsten Jahren daher vor allem darauf ankommen, dass Jahrzehnte alte Paradigmen, Mindsets und Theorien, wie zum Beispiel die Informationsasymmetrien betreffende Prinzipal-Agenten-Theorie, in den Wirtschaftswissenschaften hinterfragt und weiterentwickelt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass Managementforschung und Managementpraxis nicht hinter den bisherigen und noch kommenden großen Technologiesprüngen zurückgelassen werden.

In diesem Zusammenhang müssen dann konsequenterweise auch die Anreizmechanismen hinterfragt werden, an denen sich Entscheidungsträger in der Unternehmenssteuerung bislang orientieren. Diese sind dem *Managerial Opportunism* folgend nicht über Jahrzehnte ausgelegt (vgl. auch [7]), und sie berücksichtigen auch noch nicht ausreichend den Einsatz neuer Technologien wie beispielsweise Blockchain. Hierfür ist ein klares Bekenntnis des Topmanagements zu neuen Technologien notwendig, das dann auch die Unternehmenskultur prägen kann.

Selbst wenn die Zeiträume, in denen Unternehmen agieren, auch mit Blick auf den Klimawandel viel zu kurz sind, sind sie verglichen mit den Echtzeitmöglichkeiten

neuer Technologien viel zu lang. Oder anders ausgedrückt: Die Zeiträume von Unternehmensentscheidungen und die Zeiträume zur Realisierung von neo-ökologischen sowie plattform-ökonomischen Anforderungen sind asynchron. Diese unterschiedlichen Zeiträume müssen in den Folgejahren in Einklang gebracht werden, damit Management und Technologie erfolgreich Hand in Hand gehen können. Hier kann die Blockchain-Technologie in Verbindung mit anderen Technologien (z. B. Internet der Dinge, Künstliche Intelligenz) am konkreten Anwendungsbeispiel Logistik und Supply Chain Management eine Vorreiterrolle einnehmen und Wegbereiter für das Etablieren eines neuen Wirtschaftens sein.

---

### **3 Silicon Economy inside**

Die „Silicon Economy“ ist das Synonym für eine kommende digitale Infrastruktur (digitales Ökosystem) das auf der automatisierten Verhandlung, Disposition und Kontrolle von Warenströmen beruht und neue digitale Geschäftsmodelle (nicht nur) für die Logistik ermöglicht. Diese Infrastruktur erfordert und ermöglicht das Handeln von Daten, ohne die Souveränität über die Daten zu verlieren. Sie ist die digitale Infrastruktur und Umgebung für die hoch verteilten KI-Algorithmen entlang von Wertschöpfungsnetzwerken. Als Gegenentwurf zu oligopolistischen Entwicklungen des B2C-Bereichs (amazon.com, AirBnB, Alibaba, Uber etc.) ist die Silicon Economy ein föderales und dezentrales Plattformökosystem, deren Basiskomponenten als Open Source der Allgemeinheit zur freien Nutzung zur Verfügung gestellt werden.

#### **3.1 Potenziale der Silicon Economy für Logistik und Supply Chain Management**

Die Potenziale zur Optimierung von Prozessen oder zur Gestaltung neuer digitaler Dienste und neuer Geschäftsfelder erscheinen nahezu unerschöpflich. Doch nur, wenn die sich bietenden Potenziale auch erschlossen werden, wird die Logistik ihre Position verteidigen bzw. ausbauen können. Digitale Plattformen und ihre KI sind hierfür entscheidend. Unternehmen wie Amazon haben bewiesen, wie ein neues Geschäftsmodell durch die intelligente Kombination von Logistik und IT innerhalb weniger Jahre einen Markt vollständig verändern und sogar dominieren kann. Die Konsequenzen dieser Entwicklung sind für die Unternehmen der Logistikbranche bereits heute spürbar [12].

Die Marktanteile einer kommenden Plattformökonomie sind im B2B-Sektor noch nicht verteilt, das Rennen ist jedoch in vollem Gange. Gewinnen werden digitale Plattformen mit KI-Algorithmen, welche die gesamte Logistik und damit die Wirtschaft durchdringen. Angesichts des hohen Standardisierungsgrades der Logistik ist davon auszugehen, dass binnen weniger Jahre logistische KI die Warenströme dieser Welt verhandeln, steuern und disponieren wird. Weltweit gerät die Logistikbranche in den Fokus

von Technologieentwicklern und Investoren [16, 17]. Der konsequente Ausbau der Seidenstraße spiegelt zugleich das außerordentliche Engagement Chinas auf dem Feld der physischen Logistik in einer zunehmend globalisierten Weltwirtschaft wider.

Die Silicon Economy entsteht aus Deutschland heraus: Die Logistik ist mit über drei Millionen Beschäftigten und mehr als einer Viertelbillion Euro Jahresumsatz die drittgrößte Branche in Deutschland vor dem Maschinenbau und der Telekommunikation. Die Deutsche Post DHL gilt als größtes Logistikunternehmen der Welt [13]. DB Schenker und Kühne+Nagel sind zwei weitere Unternehmen aus dem deutschsprachigen Raum unter den weltweiten Top Ten. Ähnliches gilt für den Technologiebereich mit SSI Schäfer (Platz 2) oder Beumer (größter Hersteller von Sortiermaschinen der Welt auf Platz 8) [15].

Die Logistik ist eine der letzten Branchen, in denen Deutschland noch weltführend ist („Logistikweltmeister“ [14]). Dieser, für eine Exportnation wie Deutschland, strategische Standortvorteil steht auf dem Spiel. Das Szenario ähnelt der Situation zur Jahrtausendwende, als amerikanische Start-ups begannen, mit ihren Plattformen, Suchmaschinen und Algorithmen den Internethandel mit Waren und Daten an der Schnittstelle zum Endkunden zu übernehmen. Heute geht es wieder um Plattformen und (KI-) Algorithmen – aber diesmal im für den Wirtschaftsstandort Deutschland so wichtigen B2B-Sektor an den logistischen Schnittstellen der Wertschöpfungsnetze von Handel und Industrie. Zur Disposition stehen die Steuerung und Kontrolle der weltweiten Warenströme auf allen Ebenen. Denn die Logistik durchdringt die Produktion und den Handel vertikal und horizontal von der Versorgung einer Produktionsmaschine über die weltweiten Wertschöpfungsnetze bis zur Belieferung der Haushalte.

Die Entwicklung vollzieht sich in der Logistik langsamer als zu Zeiten des E-Commerce-Hypes und wird daher in der Öffentlichkeit nicht als akut wahrgenommen. Dies ist u. a. auf die wesentlich höhere Komplexität logistischer B2B-Applikationen zurückzuführen. Dieser Effekt wird jedoch zunehmend durch hohe Investitionen in Technologie und Start-ups kompensiert. Es weichen die klassischen Methoden des auf den B2C-Sektor fokussierten Silicon Valley zusehends langfristigen Engagements im Sinne einer „Silicon Economy“.

Kein deutsches Unternehmen verfügt allein über genügend Motivation, Marktmacht oder Ressourcen, um sich in der Logistik einer Silicon Economy alleine durchzusetzen. Offene, föderale und umsetzungsstarke Konsortien aus Wirtschaft und Wissenschaft, in denen Technologien, De-facto-Standards und neue Geschäftsmodelle schnell zusammengeführt und entwickelt werden, wären in der Lage, die Grundlage für eine wirtschaftliche Nutzung von KI-Lösungen mit neuen Services, Technologien und Anwendungen in Logistik und Supply Chain Management zu schaffen und die entscheidende Teilhabe für den deutschen Mittelstand zu ermöglichen. Es gilt, offene und föderale Plattformen zu schaffen, die allen nutzen können. Nur wenn es am Wirtschaftsstandort Deutschland gelingt, eine wesentliche und aktive Rolle in einer logistischen Daten- und Plattformökonomie zu spielen, wird diese alles entscheidende Entwicklung unseren gesellschaftlichen Normen und Zielen folgen; von Deutschland kann so eine Ausstrahlungswirkung zumindest auf Europa erwartet werden.

### **Das Big Picture der Silicon Economy**

Leitmotiv des Wandels in Richtung einer Silicon Economy sind neue Arten der Kooperation in globalen, digitalen Ökosystemen. Heutige starre und fest definierte Wertschöpfungsketten werden durch flexible, hochdynamische und weltweit vernetzte Wertschöpfungsnetzwerke abgelöst. Die Verfügbarkeit und Transparenz relevanter Daten sind hierfür zentrale Grundvoraussetzung [18] und ganz entscheidende Treiber für Innovationen und Wachstum. Datensouveränität – verstanden als die Fähigkeit einer natürlichen oder juristischen Person, ausschließlich und souverän über die Verwendung von Daten als Wirtschaftsgut zu entscheiden – kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Datensouveränität fungiert zum einen als ein Enabler für den Einsatz von KI-Anwendungen und damit der Automatisierung und Autonomisierung in Liefernetzwerken. Zum anderen stellt sie eine Grundvoraussetzung für die Kooperation bzw. Verbindung von zuvor getrennten Wertschöpfungsketten und -netzwerken dar. Die silohafte, nicht durchgängige und derzeit meist durch Produzenten eines Endprodukts (OEM) dominierte vertikale Verknüpfung von Unternehmen entlang des Wertschöpfungsprozesses kann um horizontale und spontane bzw. situative Kooperationen zuvor getrennt bzw. im Wettbewerb agierender Ketten bzw. Netzwerke erweitert werden. Synergiepotenziale, welche deutlich über das Potenzial einer isoliert betrachteten und optimierten Kette hinausgehen, sind die Folge. Hierzu zählen u. a.: die Reduzierung von Emissionen durch Optimierung und Konsolidierung von Transporten bei einer gleichzeitigen Beschleunigung der Durchlaufzeiten durch Transportnetzwerke; die Senkung von Logistikkosten und die Fehleranfälligkeit von Transportketten (Erhöhung der Resilienz); das Setzen von Impulsen für ein ökologisch und ökonomisch nachhaltiges, kreislaufbasiertes Wirtschaften und vieles mehr.

### **Die zentrale Rolle der Logistik als bewegende und treibende Instanz des Wandels**

Jede Art dinglicher Bewegung ist Logistik – vom Behälter in der Fertigung über die Paletten des Handels bis zu den Lkw auf unseren Straßen. Die Logistik verbindet Orte und Unternehmen in globalen Netzwerken. Praktisch die gesamte Wertschöpfung – in Handel, Industrie und Dienstleistung – ist auf die eine oder andere Weise mit der Logistik verbunden. Dies gilt für den physischen Material- und Warenfluss ebenso wie für den Austausch von Daten im Rahmen der Informationslogistik bis hin zum Finanzfluss und dem logistischen Management.

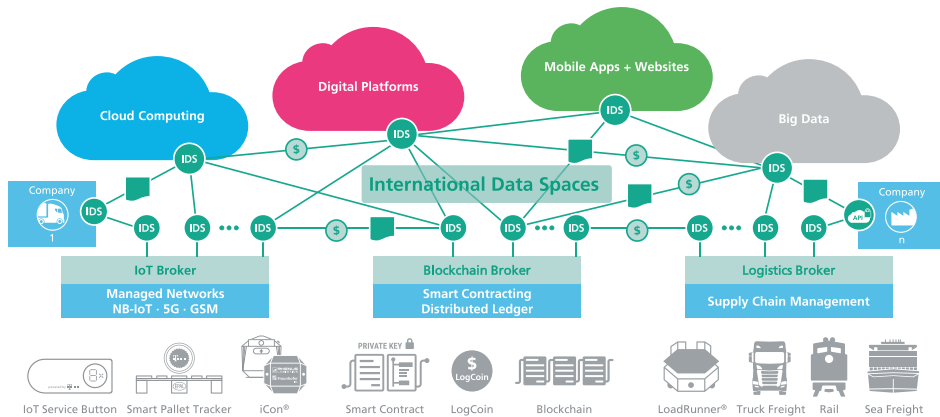
### **Eine digitale Plattformökonomie für die Logistik**

Das „Big Picture“ der Silicon Logistics Economy (Abb. 1) zeigt die vollständige Datenkette: Von der Datenerzeugung im Internet der Dinge (IoT<sup>1</sup> Broker) über das Handeln

---

<sup>1</sup> Internet of Things, dt. Internet der Dinge.





**Abb. 1** Offenes und digitales Ökosystem als digitale Infrastruktur für autonom agierende und hochdynamische Wertschöpfungsnetzwerke

und Buchen von Daten (Blockchain Broker) bis zur Organisation (logistischer) Prozesse (Logistics Broker) mit dem alles verbindenden sicheren Datenraum (International Data Spaces IDS) und den darüber liegenden Plattformen zur Realisierung neuer digitaler Geschäftsmodelle.

Diese digitale Infrastruktur ermöglicht die flächendeckende Transparenz in Wertschöpfungsnetzwerken und schafft Vertrauen entlang kompletter Supply Chains – vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden – die vielleicht wichtigste Voraussetzung für die Teilhabe aller Unternehmen.

Viele für das „Big Picture“ erforderliche Technologien stehen bereits zur Verfügung. Beginnend mit der Logistik könnte diese umfassende Vision sukzessive in Produkte und Geschäftsmodelle umgesetzt werden.

Um dies am Wirtschaftsstandort Deutschland, mit seiner weltweit immer noch einzigartigen Stärke im B2B-Bereich der Logistik, schnell genug zu realisieren, wird ein Impuls und Handlungsrahmen zur digitalen Infrastruktur genauso benötigt wie eine Daten- und Plattformökonomie für die soziale Marktwirtschaft.

Dabei kommt es im Rahmen der Realisierung ganz entscheidend darauf an, die nachfolgend skizzierten Schwerpunkte und Handlungsstränge zu einer ganzheitlichen Lösung im Sinne der Silicon Economy zusammenzuführen.

### Integration und Vernetzung von Infrastrukturen

Die technische Infrastruktur muss in ihrer Grundkonstitution auf europäischen Werten basieren. Datenschutz, IT-Sicherheit und Datensouveränität müssen eine zentrale Rolle einnehmen. Dies kann in einer Silicon Economy durch die Verwendung der Komponenten der International Data Spaces [19] zur Schaffung sicherer Datenräume (engl. Data Spaces) erreicht werden, welche eine datenseitige Vernetzung von Unternehmen bei

gleichzeitiger Beibehaltung von Datensouveränität (Vertrauensanker, vertrauenswürdige Plattform, Datennutzungskontrolle und keine Übertragung von Eigentumsrechten) als ein zentrales Kriterium einer souveränen Bewirtschaftung von Daten gewährleisten [20].

### **Realisierung offener und föderaler digitaler Infrastrukturen und Plattformen**

Die Teilhabe und Teilnahme am digitalen Ökosystem der Silicon Economy hat mittels eines offenen und barrierefreien Zugangs zu allen Basistechnologien zu erfolgen (Open Source, vgl. [opensource.org](https://opensource.org)). Ziel muss es sein, die Eintrittsschwellen in die Silicon Economy für Unternehmen und Entwickler zu minimieren. Diese sind wiederum in dem Aufbau neuer datengetriebener Geschäftsmodelle oder adäquater Services etc. frei. Die offenen Basistechnologien umfassen auch und insbesondere Methoden der Künstlichen Intelligenz.

### **Echtzeitfähige Vernetzung von Dingen**

Die Basis aller digitalen Geschäftsmodelle bzw. Services wird durch aktuelle Entwicklungen besonders aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik ermöglicht. Durch eine Entwicklung von Komponenten zur Vernetzung von Geräten eines industriellen Internet der Dinge<sup>2</sup> mit offenen und föderalen Plattformen wird eine technologische Basis für neue Dienstleistungen und Prozessmodelle geschaffen<sup>3</sup>.

### **Neue Dienste und Dienstleistungen**

Unternehmen, die es verstehen, Daten als Grundlage für die Schaffung einzigartiger Kundenangebote zu verwenden, gehören zu den erfolgreichsten Unternehmen weltweit: Auf der Liste der wertvollsten Unternehmen sind Alphabet (Google), [Amazon.com](https://www.amazon.com) und Facebook mit ihren datengetriebenen Geschäftsmodellen auf den Spitzenpositionen zu finden, und 80 % der etwa 260 im Jahr 2018 existierenden Unicorns<sup>4</sup> besitzen datengetriebene Geschäftsmodelle [21]. Diesem Vorbild des Consumerbereichs folgend, werden KI-Algorithmen zur Automatisierung und Autonomisierung logistischer Prozesse und schließlich ganzer Lieferketten entwickelt. Hierunter fallen zum Beispiel neue Lösungen für digital verhandelte Verträge (Smart Contracts); Belege und Bezahlmodelle durch Verwendung von Distributed Ledger– beispielsweise zur Buchung und Abrechnung logistischer Dienstleistungen (Transport, Umschlag, Lagerung) oder auch Plattformen und digitale Umgebungen für autonome Planungs- und Dispositionsprozesse.

---

<sup>2</sup>Auf Basis der 5G- und NarrowBand IoT-Standards.

<sup>3</sup>Zum Beispiel zum Echtzeit-Tracking, zum automatisierten und rechtssicheren Verhandeln von Geräten usw.

<sup>4</sup>Privatwirtschaftliche, nicht börsennotierte Start-up-Unternehmen mit einer Marktbewertung von größer als 1 Mrd. US\$.

### 3.2 Herausforderungen der Umsetzung

Die Herausforderungen bei der Umsetzung einer Silicon Economy liegen sowohl auf technologischer als auch auf Management-Ebene und sind genauso strategisch wie operativ:

- **Heterogene & fragmentierte Systemlandschaften:** Historisch gewachsene und stark fragmentierte Systemlandschaften resultieren in Datensilos und fehlender Informationstransparenz
- **Spezialisierte & multimodale Wertschöpfungsketten:** Verschiedene Logistikbereiche und -segmente besitzen jeweils sehr spezifische Anforderungen an ihre digitale Infrastruktur
- **Neue Geschäftsmodelle & (digitale) Wettbewerber:** Firmen wie Amazon.com oder finanzstarke chinesische Unternehmen okkupieren die Logistik ausgehend von ihren B2C-Plattformen und Geschäftsmodellen
- **Begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen:** Insbesondere in den Bereichen Digitalisierung und Künstliche Intelligenz fehlen personelle Ressourcen und, bedingt durch geringe Margen in der Logistik, werden eigene Entwicklungen in diesem Bereich auf das Notwendigste beschränkt.

Eine erfolgreiche Umsetzung muss folglich die verschiedenen Ebenen (technologische, operative und unternehmerische Ebene) adressieren.

#### Datensouveränität, GAIA-X und die International Data Spaces

Daten und ihre Nutzung werden über die **International Data Spaces** verbunden. Dies ermöglicht, die „Souveränität über die Daten“ zu behalten und die Nutzung der Daten mit den Daten selbst zu verbinden. So können Daten und deren Nutzung in Verbindung mit Distributed-Ledger<sup>5</sup>-Technologien (Blockchain et al.) sicher getauscht und verwendet werden.

**IoT Broker** sind maßgebliche Datenquellen einer Silicon Economy. Sie verbinden cyberphysische Systeme wie intelligente Container und Paletten, ebenso wie sie intelligente Maschinen über 5G-Technologie, NarrowBand IoT oder konventionelle Netze sicher verbinden und Daten über das Internet anbieten. Die Integration neuer

---

<sup>5</sup>Die Distributed-Ledger-Technologie DLT (engl. für verteiltes Kontobuch) basiert auf verteilt geführten, dezentralen Transaktionsdaten (verteilten Datenspeichern). Die DLT wird z. B. zur reversionssicheren Buchung von Konten und für Smart Contracts (digital geschlossenen Verträgen) verwendet. Das Vertrauen und die Sicherheit der Kontoführung werden wesentlich durch die redundante Verteilung der Informationen auf viele Partner und deren multiple Prüfung auf Konsistenz und Richtigkeit der gebuchten Informationen gewährleistet.

5G-Technologien und die Entwicklung neuer Open-Source-Devices für das Internet der Dinge sind wesentlicher Bestandteil einer digitalen Infrastruktur von morgen.

Über **Blockchain Broker** können Verträge (Smart Contracts) geschlossen werden. Auch die Bezahlung per Kryptozahlungsmittel/-token und Micropayments zählen zu den Leistungen, die solche Broker anbieten. Geplante Transaktionen werden so bekannt gemacht, unveränderlich verkettet und validiert. Distributed-Ledger- oder Blockchain-Technologien als verbindendes Element zwischen dem Internet der Dinge und der Logistik ermöglichen beispielsweise fahrerlosen Transportsystemen die automatisierte Abstimmung und Verhandlung mit anderen Logistik- und Produktionsanlagen zur Versorgung mit Bauteilen und Zwischenprodukten. Als kausales und dezentrales (Quasi-) Kommunikations- bzw. Vernetzungsmittel kann die Blockchain-Technologie auch bei der Nachweisführung und Rückverfolgbarkeit der Leistungserbringung in ganzen Wertschöpfungsnetzwerken dienen, wobei heute schon die entsprechenden Verhandlungs-, Zahlungs- und Verbuchungsprozesse autonom angestoßen werden können.

**Logistics Broker** organisieren logistische Dienste und deren Abwicklung. Sie sind wiederum verbunden mit Logistikdienstleistern und Verladern (Handels- und Industrieunternehmen, die logistische Dienste in Anspruch nehmen). Transportplattformen oder Fourth Party Logistics Provider (4PL) sind typische Vertreter, die ihre Dienste potenziell über einen Logistics Broker anbieten werden.

Die **Standardisierung logistischer Daten und Funktionen** erfolgt wesentlich über das Mittel der Open Source (de facto) im Austausch mit den bestehenden Gemeinschaften, Verbänden und Unternehmen. Sie umfasst physische und virtuelle Geschäftsobjekte.

Das Silicon-Economy-Ökosystem besteht aus einem Repository mit einzelnen Komponenten. Diese werden anwendungsfallspezifisch gebündelt und sind die Basis komponentenbasierter Entwicklungen und logistischer Anwendungen und Plattformen.

Die Komponenten der Silicon Economy sind zumeist noch kein fertiges Programm oder eine fertige Plattform. Sie stellen für Applikationen und Devices (z. B. Webservices oder Dienstplattformen wie Frachtenbörsen oder IoT- und Blockchain-Devices) eine wiederverwendbare, gemeinsame Struktur und (KI-)Algorithmen zur Verfügung und werden mit dem Ziel einer vielfachen Nutzung in verschiedenen Bereichen der Logistik entwickelt.

Die Broker stellen einen Rahmen zur Verfügung, mithilfe dessen Komponenten kategorisiert und gebündelt werden. Sie fokussieren auf unterschiedliche Einsatzbereiche und lassen sich drei wesentlichen Betrachtungsräumen zuordnen: IoT Broker und ihre Komponenten dienen der Vermittlung von Daten der physischen Ebene (z. B. Informationen über stationäre und (insbesondere) mobile Netze wie 5G und Low Power Wide Area Networks wie NB-IoT). Sie verbinden die cyberphysischen Systeme (CPS) wie intelligente Container und Paletten, ebenso wie intelligente Maschinen mit der Silicon Economy – z. B. mit Cloud-Diensten und Plattformen. Blockchain Broker stehen in Verbindung mit geschäftlichen und finanziellen Transaktionen. Über sie erfolgt

das Management von smarten Objekten genauso wie von Kryptotoken (LogCoin) und Micropayments. Distributed-Ledger- und/oder Blockchain-Technologien sind Grundlage autonomer Verhandlungs-, Zahlungs- und Verbuchungsprozesse. Das Europäische Blockchain-Institut ist der Ort, an dem wesentliche Teile der Entwicklungen realisiert und zusammengeführt werden. Über Logistics Broker werden logistische Dienste und deren Abwicklung organisiert. Sie verbinden die Erbringer logistischer Leistungen mit Kunden und Nutzern. Dies betrifft die inner- und außerbetriebliche Logistik gleichermaßen – den innerbetrieblichen Transport oder die Kommissionierung eines Kundenauftrags ebenso wie den Transport und Umschlag von Waren. Supply Chain Management- und Transportplattformen, Fourth Party Logistics Provider (4PL) oder Plattformen für On-Demand Warehousing sind einige typische Vertreter, die ihre Dienste über einen Logistics Broker anbieten. Silicon-Economy-Komponenten können einem oder mehreren Brokern zugeordnet werden. Konkrete Beispiele sind Komponenten für Handheld-Konnektivität oder Open-Source-Firmware (IoT Broker), Komponenten zur Verbuchung einer Zollabwicklung (Blockchain-Broker), Standardprozesse für den Palettentausch (Logistics Broker).

Unternehmen entwickeln auf dieser Basis eigene Applikationen und erweitern sie derart, dass sie unternehmensspezifischen Anforderungen entsprechen. In Summe entsteht ein logistisches Betriebssystem, „ein Linux für die Logistik“.

---

## Literatur

1. PwC (Hrsg) (2020) Connected and autonomous supply chain ecosystems 2025
2. Barreau P AIVA – Artificial Intelligence Virtual Artist <https://www.aiva.ai/about>
3. Indset A (2018) Was kommt nach der Digitalisierung? Handelsblatt GmbH
4. Synopsis Inc. 2020 Open source security and risk analysis report, S 3
5. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM) (Hrsg) (2020) Open source monitor. Studienbericht 2019
6. Schleicher T, Seitz J (2019) Retailreport 2020
7. Günther E (2020) Ökologie – Motor der Ökonomie. Frankf Allg Ztg 16
8. Henke M (2003) Strategische Kooperationen im Mittelstand. Potentiale des Coopetition-Konzeptes für kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Zugl.: Techn. Univ., München, Diss., 2002 u. d. T.: Henke, Michael: Strategische Kooperationen kleinerer und mittlerer Unternehmen (KMU) unter besonderer Berücksichtigung des Coopetitions-Ansatzes. Verl. Wiss. & Praxis, Sternenfels (Schriftenreihe managementorientierte Betriebswirtschaft, 4)
9. Kenney M, Zysman J (2016) The rise of the platform economy. Issues Sci Technol 32(3):61–69
10. Jacobides MG, Cennamo C, Gawer A (2018) Towards a theory of ecosystems. Strateg Manage J 39(8):2255–2276
11. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg) (2019) Die volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe. Berlin
12. Schlautmann C (2019) So abhängig ist die Post von Amazon. <https://www.handelsblatt.com/22724300.html>
13. Deutsche Post DHL Group (Hrsg) Geschäftsbericht 2019
14. World Bank: The Logistics Performance Index 2018

15. Bond J (2020) Top 20 materials handling system suppliers 2020. Hg. v. Modern Materials Handling
16. Konrad A (2019) Freight startup flexport hits \$3.2 billion valuation after \$1 billion investment led by SoftBank. Hg. v. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/alexkonrad/2019/02/21/flexport-raises-1-billion-softbank/?sh=48c3bd125650>
17. CB Insights (Hrsg) (2018) Manbang group. <https://www.cbinsights.com/company/manbang>. Zugegriffen: 3. Dez. 2020
18. Plattform Industrie 4.0 (Hrsg) (2019) Digitale Ökosysteme global gestalten
19. Fraunhofer Gesellschaft (Hrsg) (2020) International data spaces. <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/international-data-spaces.html>. Zugegriffen: 3. Dez. 2020
20. Otto B (2019) Data Economy. Status Quo der Deutschen Wirtschaft & Handlungsfelder in der Data Economy. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST
21. CB Information Services (Hrsg) (2017) The increasingly crowded unicorn club in one infographic. <https://www.cbinsights.com/research/increasingly-crowded-unicorn-club/>. Zugegriffen: 3. Dez. 2020
22. Sucky E, Asdecker B (2019) Digitale Transformation der Logistik – Wie verändern neue Geschäftsmodelle die Branche? In: Becker W, Eierle B, Fliaster A, Ivens B, Leischnig A, Pflaum A, Sucky E (Hrsg) Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S 191–212