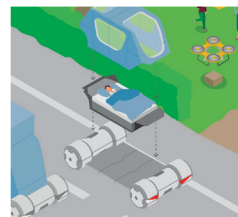
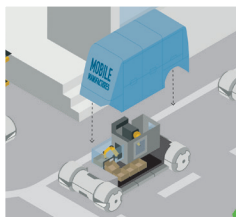


# Digitale Transformation

## Wie Informations- und Kommunikationstechnologie etablierte Branchen grundlegend verändern

Der Reifegrad von Automobilindustrie, Maschinenbau und Logistik im internationalen Vergleich



## Executive Summary

Abschlussbericht des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Verbundvorhabens „IKT-Wandel“

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

DEUTSCHES DIALOG INSTITUT

fortiss



SIEMENS

# 1 | Ziele und Methodik des Projekts

*„Daten sind die Rohstoffe des 21. Jahrhunderts (...). In der Tat tut sich Deutschland an manchen Stellen noch schwerer als andere Länder, diese Daten auszuwerten. Aber sie werden in Zukunft natürlich von allergrößtem Interesse sein, weil die großen Mengen an Daten den Zugang zum Kunden bestimmen. Das heißt: Wer heute gute Maschinen, wer heute gute Autos herstellen kann, aber nicht in ausreichender Weise den Zugang zum Kunden bekommt, der wird morgen nicht mehr der Produzent oder der Hauptteil der Wertschöpfung sein. Und deshalb muss Deutschland hier aufholen.“<sup>1</sup>*

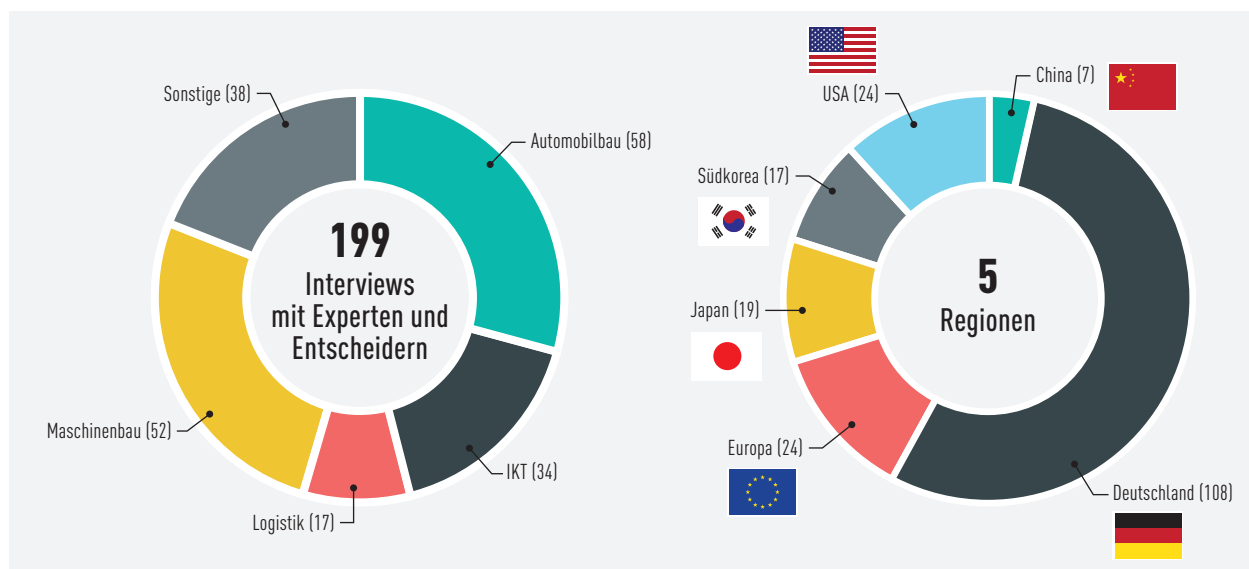
Bundeskanzlerin Angela Merkel, 12.3.2016

Anknüpfend an die Studie „Mehr Software (im) Wagen“ von 2010 untersucht dieses Projekt die Bedeutung der digitalen Transformation für Unternehmen in der Automobil-, Maschinenbau- und Logistikbranche. Die Schwerpunkte der Untersuchung bilden die Dimensionen Geschäftsmodelle, Strategie, Organisation und Technik. Zudem steht die Bedeutung der di-

gitalen Transformation für die Zusammenarbeit der Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft im Mittelpunkt. Ziel ist es, die Ursachen und Triebfedern der Digitalisierung zu verstehen und zu beschreiben sowie Konsequenzen, die sich für die einzelnen Branchen im internationalen Vergleich ergeben, abzuleiten. Eine Skizzierung von Handlungsempfehlungen für die Wirtschaft, Forschung und Politik schließt sich an. Die wichtigsten Eckdaten des Projekts bezüglich der interviewten Personen finden sich in *Abbildung 1*.

Die empirische Untersuchung der unterschiedlichen Betrachtungsebenen Geschäftsmodelle, Strategie, Organisation und Technik stützt sich auf die „Future of Business“-Methodik.<sup>2</sup> Das Konsortium hat durch das Studium aktueller Entwicklungen und einer intensiven Trendanalyse ein eigenes Grundverständnis des Themas Digitalisierung gemäß aktuellen Entwicklungen erarbeitet. Durch die Kombination der Ergebnisse von Venkatramans Arbeit „IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition“<sup>3</sup>, Buss' Modell „IT-Maturity and the Road to Responsive IT“<sup>4</sup> und dem Modell „Evolution

**Abbildung 1: Die wichtigsten Eckdaten des Projekts „Digitale Transformation“**



1) Das Zitat ist dem Podcast „Merkel: Wir müssen uns spüren“ entnommen, der auf der Webseite der Bundeskanzlerin zum Download bereitsteht: [https://www.bundeskanzlerin.de/Webs/BKin/DE/Mediathek/Einstieg/mediathek\\_einstieg\\_podcasts\\_node.html?cat=podcasts&id=1923720](https://www.bundeskanzlerin.de/Webs/BKin/DE/Mediathek/Einstieg/mediathek_einstieg_podcasts_node.html?cat=podcasts&id=1923720)

2) Vgl. Dörich (2013): Strategic Visioning – Future of Business, in: Moehrl/Isenmann/Phaal (Hrsg.): Technology Roadmapping for Strategy and Innovation. Charting the Route to Success, Berlin/Heidelberg, S. 257–265.

3) Vgl. Venkatraman (1994): IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition, in: Sloan Management Review 35, 2, S. 73–87.

4) Vgl. Andrew Buss: Getting IT to Fire on All Cylinders, Präsentation gehalten am 27.02.2014 auf der Data Centre World, ExCel. Exhibition Centre London, England.

der IKT-Architektur<sup>5</sup> aus der Studie „Mehr Software (im) Wagen“ entstand ein fünfstufiges Maturity-Modell als Grundlage für die Felduntersuchungen und Bewertungen. Dieses Modell stellt für das Konsortium

das Bindeglied zwischen Ist-Zustand und Zukunftsvision dar und ermöglicht im Rahmen der internationalen Expertenbefragung einen branchenunabhängigen Vergleich der jeweiligen Reifegrade.

## 2 | Zusammenfassung wichtiger Erkenntnisse und Implikationen

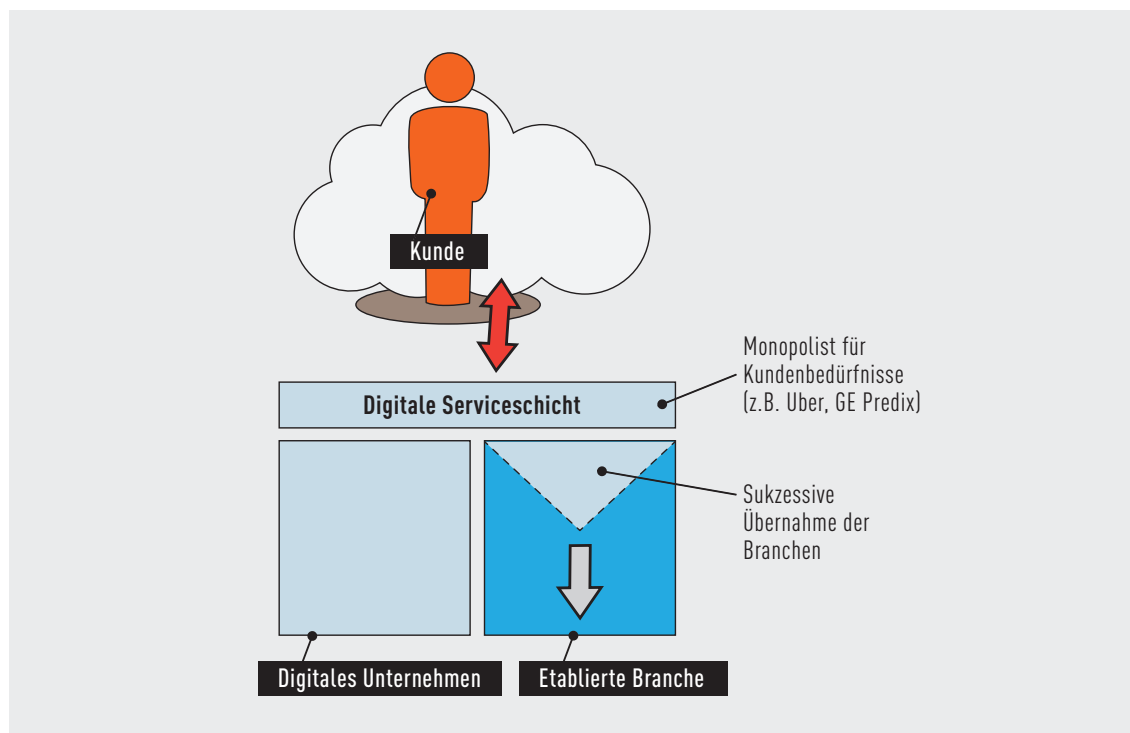
Die vorliegende Kurzfassung stützt sich im Wesentlichen auf die ausführlichen Diskussionen der Interviewergebnisse und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse und Implikationen der Kapitel 5 bis 9.

Die digitale Disruption wird alle Branchen erfassen. Wie bereits im Vorgängerprojekt „Mehr Software (im) Wagen“ im Kontext des Automobils festgestellt und von Marc Andreessen in der These „software is eating the world“ zugespitzt wurde, ist zu erwarten, dass die Digitalisierung zunehmend etablierte und klas-

sisch-industriell geprägte Wertschöpfungsstrukturen infrage stellt. So können realweltliche, bisher stark infrastrukturgetriebene Leistungen auf digitaler Ebene datenbasiert verknüpft und zur Erfüllung eines bestimmten Kundenbedürfnisses neuartig und integrativ gebündelt werden.

Die Neugestaltung des (direkten) Kundenzugangs ist dabei der Schlüssel zum Erfolg. Kundengenerierte Nutzungsdaten und anderweitige Informationen bieten Unternehmen die Möglichkeit, überlegene und konti-

**Abbildung 2: Die digitale Disruption erfasst alle Branchen**



5) Vgl. den Abschlussbericht des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Verbundvorhabens „eCar-IKT Systemarchitektur für Elektromobilität“: Mehr Software (im) Wagen. Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) als Motor der Elektromobilität der Zukunft (Studie 2010), S. 48ff.

nuiertlich verbesserte Funktionalitäten zu entwickeln. Diese dadurch entstehende stärkere Endkundenorientierung stellt insbesondere für Unternehmen der B2B-Branche eine enorme Chance, aber auch eine große Herausforderung dar. So wird plötzlich eine Abkehr von traditionell linearen Wertschöpfungsprozessen sowie die Einbeziehung des Kunden in die Wertschöpfung auch mithilfe digitaler Plattformen erforderlich.

Digitale Unternehmen – zumeist aus dem B2C-Bereich – sind dagegen bereits mit diesen Mechanismen vertraut. Sie konzentrieren sich von Beginn an auf eine digitale und weniger kapitalintensive Service-schicht (siehe *Abbildung 2*) als Basis, die die Kundenschnittstelle besetzt und auch in fremde Branchen eindringen kann. Umgekehrt ist es für traditionelle Unternehmen mit klarem Branchenfokus tendenziell schwieriger, sich die notwendige Markt- und IKT-Expertise anzueignen, um den Kunden auch in anderen Branchen optimale Leistungspakete anzubieten.

## 2.1 Sozioökonomie

### 2.1.1 Die Kundenschnittstelle bildet eine strategische und ökonomische Schlüsselposition in entstehenden plattformzentrierten Ökosystemen

#### Erkenntnisse

In Märkten, die bereits stark von der Digitalisierung geprägt sind und somit einen digitalen Wandel durchlaufen haben, ist zunehmend zu beobachten, dass die Unternehmen die stärksten Marktpositionen und die höchsten Margen erreichen, die auf Basis digitaler Plattformen nahe der Kundenschnittstelle agieren. Dies bedeutet, dass insbesondere der Wertschöpfungsbeitrag physischer (Vor-)Leistungen beziehungsweise grundlegender Hardwareprodukte zur Kundenschnittstelle kontinuierlich abnimmt. Unternehmen, die durch den Einsatz entsprechender Software-Interfaces die Kontrolle über die Schnittstelle zu Kunden ausüben, erwirtschaften hingegen größere Margen. Aus dieser Tendenz entsteht ein großes Risiko der Kommoditisierung beziehungsweise Austauschbarkeit hardwarebasierter Vorleistungen.

Im Kontext des Automobilsektors bedeutet dies beispielsweise, dass klassische Fahrzeughersteller beziehungsweise OEMs von neuen Over-the-top-Mobili-

Ein erfolgreicher Wandel erfordert insbesondere eine grundlegende Anpassung etablierter Geschäftsmodelle unter Berücksichtigung der Kundensicht und der technischen Möglichkeiten, die sich auf Basis digitaler Technologien hochdynamisch weiterentwickeln.

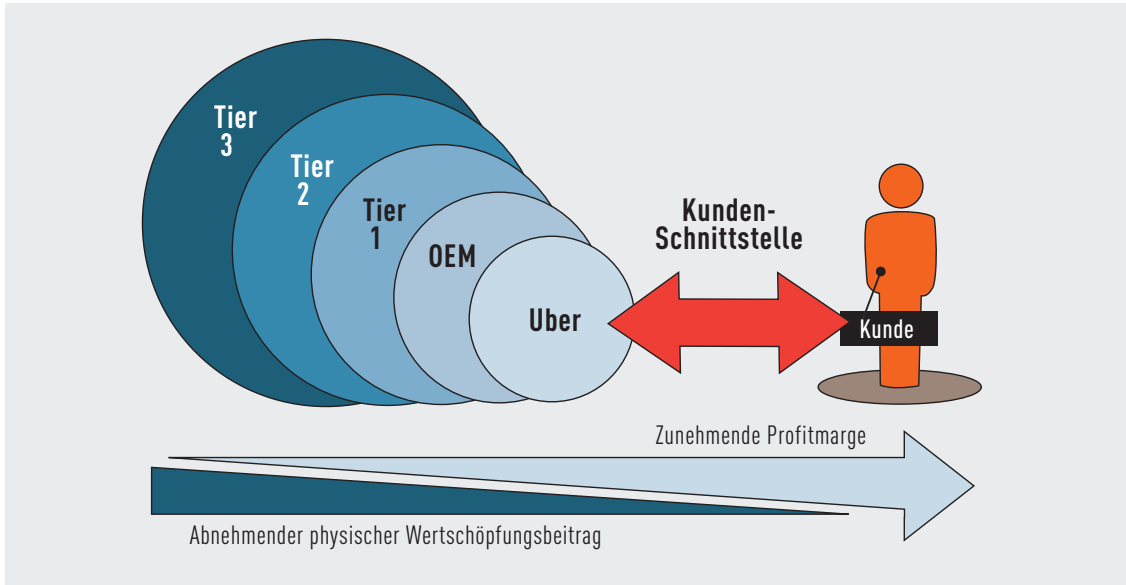
Der folgende Abschnitt 2.1 fasst zunächst zentrale Ergebnisse sozioökonomischer Veränderungen im Bereich von Geschäftsmodellen, Organisationsstrukturen und Strategie zusammen. Abschnitt 2.2 skizziert die Kernergebnisse des Projekts im Bereich technischer Veränderungen. Abschnitt 2.3 verdeutlicht die Bedeutung von Plattform-Ökosystemen als Konsequenz aus sozioökonomischen und technischen Veränderungskräften und als zunehmend dominantes Organisationselement in einer digitalen Ökonomie. Abschnitt 2.4 fasst abschließend die Bedeutung eines konstruktiven Zusammenwirkens von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zusammen.

tätsanbietern wie Uber zu Lieferanten degradiert werden könnten (siehe *Abbildung 3*). Der Grund dafür ist, dass Letztere durch ihren unmittelbaren und oftmals nahezu konkurrenzlosen Kontakt zu Fahrgästen eine dominante Position im Wertschöpfungsprozess einnehmen. Diese Position ermöglicht es ihnen, Vorleistungen mehr oder weniger nach Belieben auszutauschen. Auch eine Rückwärtsintegration kundennaher Plattformunternehmen auf Basis wettbewerbsrelevanter Kundeneinsichten ist dann eine logische und bereits zu beobachtende Folge (zum Beispiel Amazons Expansion in die Logistik).

#### Implikationen

Aus der beschriebenen Tendenz scheinen sich zwei vorteilhafte Positionen für Unternehmen zu ergeben: Vollintegration der Wertschöpfungsstufen (zum Beispiel Tesla, Enercon) vs. Spezialisierung auf die Kundenschnittstelle (zum Beispiel Uber, Alibaba). Andernfalls laufen insbesondere auch deutsche OEMs Gefahr, die Kundenschnittstelle durch Over-the-top-Dienste und Aggregatoren zu verlieren.

Dies ist auch für jene kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland von Bedeutung, die in den untersuchten Branchen meist als endkundenferne



**Abbildung 3: Die Kundenschnittstelle ist die Schlüsselposition in plattformzentrierten Ökosystemen (eigene Darstellung)**

Zulieferer mit kleinem B2B-Kundenstamm agieren. Für diese Unternehmen war es bisher aufgrund ihrer starken Hardwarezentrierung und ihres hohen Spezialisierungsgrades schwierig, in ihrer strategischen Ausrichtung einen Endkundenfokus einzunehmen und eine ökonomisch tragfähige Flexibilisierung der Produktion bis hin zur Losgröße 1 zu realisieren. Entwicklungen im Bereich von Industrie 4.0 bieten KMUs jedoch erstmalig die Möglichkeiten, genau dies zu ändern und zunehmend endkundennahe oder direkte Wertschöpfungsbeziehungen mit dem Endkunden einzugehen. Für Komponentenhersteller wird es somit beispielsweise erheblich einfacher, Maßnahmen zur Vorwärtsintegration durchzuführen oder ihr Zwischenprodukt direkt dem Endkunden, zum Beispiel für Reparaturen, anzubieten.

**Zusammenfassung und Handlungsempfehlung**

- Zwei vorteilhafte Positionen: Vollintegration (zum Beispiel Tesla, Enercon) vs. Kundenschnittstelle (zum Beispiel Uber, Alibaba)
- Deutsche OEMs laufen Gefahr, die Kundenschnittstelle durch Over-the-top-Dienste und Aggregatoren zu verlieren, wenn sie sich nicht anders aufstellen.
- Deutsche KMUs in untersuchten Branchen befinden sich meist in endkundenferner Zuliefererrolle mit einem kleinen B2B-Kundenstamm.
  - Endkundenfokus und Losgröße 1 ist für KMUs durch Hardwarezentrierung und hohe Spezialisierung bisher schwierig.

- Industrie 4.0 bietet KMUs jedoch die Chance zu ökonomisch tragfähiger Endkundenansprache und individualisierten Endkundenleistungen.

**Handlungsempfehlung:** Stärkere Ausrichtung des Fokus auf den Endkunden (Nutzer) – die komplexen und hoch veränderlichen Leistungsbeziehungen in Wertschöpfungsnetzwerken werden die Grenzen von B2B- und B2C-Geschäftsbeziehungen verschwimmen lassen.

**2.1.2 Ganzheitliche und kundenorientierte Leistungserbringung durch Produkt-Service-Systeme (PSS)**

**Erkenntnisse**

Im Zuge des digitalen Wandels basiert die Leistungserbringung in den betrachteten Branchen zunehmend auf einer Integration ehemals eigenständiger Produkte und Services in sogenannte Produkt-Service-Systeme (PSS). Dies impliziert die Notwendigkeit von Co-Design-Methoden in der Konzipierung der Leistung, die den Wert des Produkts und die darauf aufbauenden Dienste simultan anstatt unabhängig voneinander betrachten. Zudem wird es zur Erbringung eines ganzheitlichen Nutzens für Unternehmen unter anderem durch den Einsatz von IKT ökonomisch sinnvoll, verschiedene Teilleistungen (unter anderem Produktion, Betrieb, Wartung) zu integrieren. Das wiederum begünstigt eine Verschiebung der Umsatzanteile vom klassischen Produktverkaufsgeschäft hin zum Service-beziehungsweise Self-Service-Geschäft.

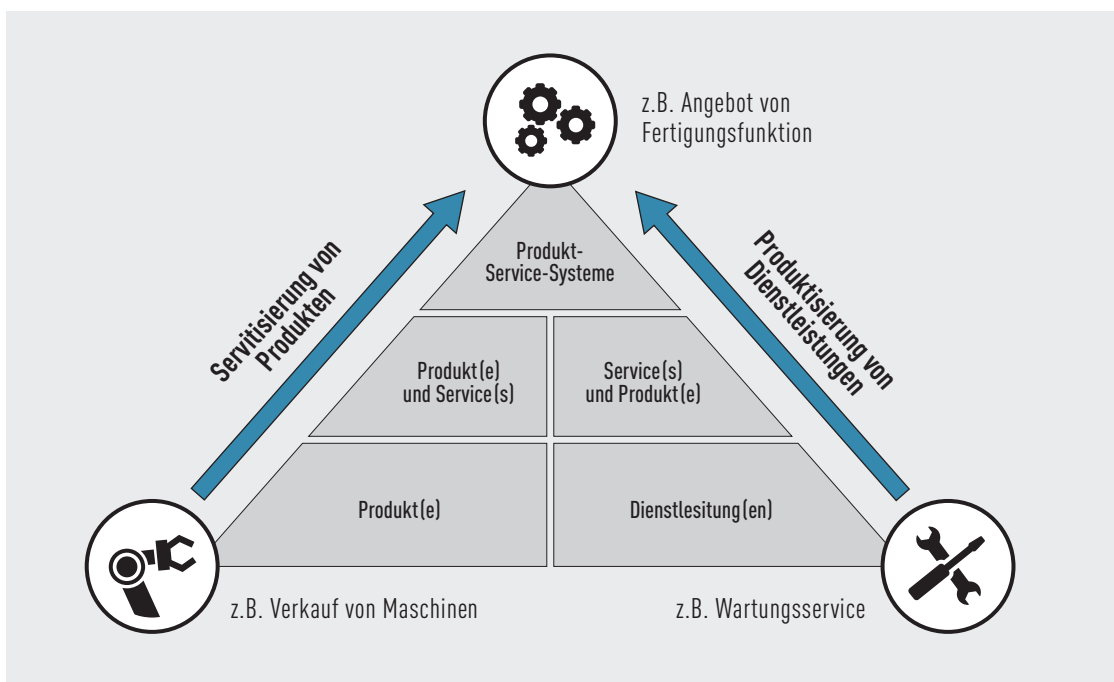
Dies spiegelt den zu erkennenden Trend zur „Servitisierung“ von Produkten wider – zum Beispiel die Ergänzung einer Fertigungsmaschine durch Komponenten der Sensorik. Dadurch wird eine digitale Abbildung der physischen Maschine als sogenannter „Digital Twin“ möglich. Aufbauend auf Gewinnung und Analyse umfangreicher Maschinen- und Nutzungsdaten werden neue Services (zum Beispiel Predictive Maintenance) realisierbar. Auf der anderen Seite können im Zuge der Digitalisierung neue Innovationspotenziale im Servicebereich gehoben werden – insbesondere dann, wenn Dienstleistungen ähnlich wie physische Produkte vertrieben werden können, zum Beispiel durch Abstrahierung eines Wartungsservices in Form einer App.

Diese Produktifizierung von Services und die Servitisierung von Produkten ermöglichen schließlich die Bereitstellung eines überlegenen Leistungsangebots durch den Verkauf von Nutzen, Funktionen beziehungsweise Ergebnissen anstatt eines alleinigen Vertriebs von physischen Produkten (siehe *Abbildung 4*). So lassen PSS eine kundennahe, datengetriebene und flexible Skalierung und Ausdifferenzierung des Leistungsangebots zu.

## Implikationen

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen ist es insbesondere für deutsche Unternehmen, die bisher primär als Anbieter und Verkäufer von physischen Produkten agierten, notwendig, ihre strategische Ausrichtung zu überdenken und sich durch IKT-unterstützte Integration verschiedener Teilleistungen (zum Beispiel Produkterstellung, Betrieb und Wartung) zu nutzungsbasierten Leistungsanbietern weiterzuentwickeln. Um dem Kunden eine ganzheitliche Nutzenerfüllung zu sichern, scheint es zudem essenziell, Abnehmer und weitere Wertschöpfungspartner in den Konzeptions- und Erstellungsprozess des angebotenen Leistungsspektrums einzubeziehen und die Servicekompetenz auszubauen. Dies kann einer etwaigen Degradierung zu einem reinen Lieferanten von Hardware entgegenwirken. Des Weiteren erhalten kleinere und mittelständische Unternehmen, die sich kapitalintensive Anschaffungen, zum Beispiel hochautomatisierte Produktionsanlagen, bislang nicht leisten konnten, durch ein nutzungsbasiertes Angebot erstmalig Zugang zu derartigen Leistungen. So ergeben sich vor allem für KMUs neue Wertschöpfungspotenziale und Möglichkeiten, Kapitalkosten (Capex) zu Betriebskosten (Opex) zu wandeln.

**Abbildung 4: Leistungserbringung durch Produkt-Service-Systeme (PSS)**  
(eigene Darstellung in Anlehnung an Baines et al. 2007)



## Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

- Entwicklung ehemals reiner Produkthanbieter durch IKT-unterstützte Integration verschiedener Teilleistungen (zum Beispiel Produkterstellung, Betrieb und Wartung) zu nutzungs-basierten Leistungsanbietern
- Stärkere Beteiligung von Kunden und anderen Wertschöpfungspartnern sowie den Aufbau von Servicekompetenz fördern
- Der Degradierung zum reinen Hardware-Lieferanten entgegenwirken
- Neue Wertschöpfungspotenziale durch den nutzungs-basierten Zugang von kapitalintensiven PSS erschließen

**Handlungsempfehlung:** Weiterentwicklung und Integration von Produkten und Services hin zu PSS, die eine kundennahe, datengetriebene sowie flexible Skalierung und Ausdifferenzierung des Leistungsangebots ermöglichen

### 2.1.3 Digitale Produkte und Dienstleistungen bieten neuartige Monetarisierungsmöglichkeiten über den gesamten Lebenszyklus

#### Erkenntnisse

Im Zuge der Digitalisierung schaffen vor allem die Virtualisierung von Funktionen durch Software und die IKT-basierte Konnektivität von Produkten und Dienstleistungen neuartige Monetarisierungsmöglichkeiten für Unternehmen. So kommt dynamischeren und flexibleren Erlösmodellen eine immer wichtigere Bedeutung zu. Diese sind nicht mehr primär darauf ausgerichtet, Erlöse einmalig durch den Verkaufspreis zu generieren – vielmehr ist es möglich, durch nachträgliche Verbesserungen und Erweiterungen des Produkts zusätzliche und langfristige Erlösquellen zu schaffen.

Ein Beispiel für solche nachträglichen Produktveränderungen oder -anpassungen sind beispielsweise Erweiterungen der Kernfunktionalität von Tesla (zum Beispiel die Autopilot-Funktion), die nachträglich gegen Bezahlung „over the air“ (OTA) im Fahrzeug installiert und kontinuierlich verbessert werden können (siehe *Abbildung 5*). Funktionserweiterungen haben nicht nur Auswirkungen auf den Lebenszyklus von Produkten und Dienstleistungen, sondern bieten nach deren initialem Verkauf erhebliche Monetarisierungs-

potenziale für Unternehmen. Die Anbieter solcher Erweiterungen können aus dem gesamten Ökosystem stammen. Neben potenziellen zusätzlichen Einkommensquellen besitzen sie somit auch die Möglichkeit, ihre Produkte und Dienstleistungen anfangs unterhalb oder nahe dem Kostenpunkt anzubieten, um eine schnelle und breite Penetration des Zielmarktes zu erreichen. Im nachgelagerten Prozess können dann diese Produkte und Dienstleistungen vollständig monetarisiert werden.

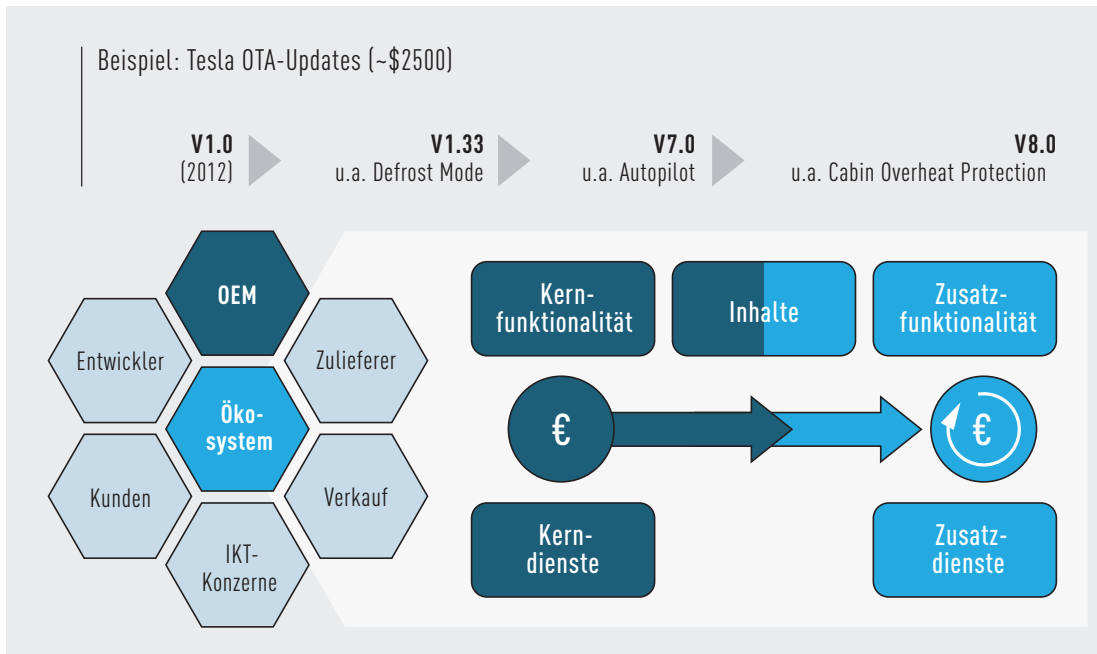
Zudem ist es auf Basis von Preissetzungsalgorithmen möglich, Daten aus relevanten Umgebungsbereichen (zum Beispiel Wetter, Events, Verkehrsdichte, veränderte Vorlieben der Konsumenten usw.) in Nahe-Echtzeit und größtenteils vollautomatisiert in der Preisfestsetzung zu berücksichtigen. Gleichzeitig lässt sich eine dynamische Anpassung in Abhängigkeit von Angebot, Nachfrage und anderweitigen Einflussfaktoren vornehmen (siehe auch beispielsweise das „Surge Pricing“-Verfahren von Uber).

#### Implikationen

Als wesentliche Implikation dieser Entwicklung hin zu neuartigen Monetarisierungsmöglichkeiten über den gesamten (Produkt-)Lebenszyklus hinweg ist die Notwendigkeit einer zunehmenden Entkopplung der Erlösgenerierung von der Erbringung einer (Basis-)Leistung zu nennen. Daneben ist es für Unternehmen wichtig, insbesondere neue Erlösquellen (zum Beispiel innerhalb des Ökosystems) und indirekte Erlösquellen (zum Beispiel auf Grundlage von Nutzerdaten) zu erschließen. Schließlich sind in Märkten mit starken Netzeffekten (besonders auf Basis von Plattformen und/oder Standards) anfangs oftmals aggressive Marktexpansionsstrategien erforderlich, gegebenenfalls unter Inkaufnahme von initialen Verlusten (zum Beispiel Amazon, Tesla, Uber).

## Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

- Monetarisierungsmöglichkeiten sind zunehmend von der Erbringung einer (Basis-)Leistung entkoppelt und erstrecken sich über den gesamten (Produkt-)Lebenszyklus.
- Es gilt, insbesondere neue Erlösquellen (zum Beispiel innerhalb des Ökosystems) und indirekte Erlösquellen wie Nutzerdaten zu erschließen und Preise dynamisch anzupassen.
- In Märkten mit Netzeffekten (besonders auf Basis von Plattformen und/oder Standards) sind anfangs



**Abbildung 5: Neuartige Monetarisierungsmöglichkeiten am Beispiel von Tesla**  
(eigene Darstellung in Anlehnung an Schömann 2015)

oftmals aggressive Marktexpansionsstrategien, gegebenenfalls unter Inkaufnahme von initialen Verlusten, notwendig (siehe auch Amazon, Tesla, Uber).

**Handlungsempfehlung:** Erlösmodelle müssen hinsichtlich neuer Erlösquellen sowie wiederkehrender und dynamisch veränderlicher Erlösmöglichkeiten über den gesamten (Produkt- und Markt-)Lebenszyklus hinweg überprüft und strategisch angepasst werden.

### 2.1.4 Viele Unternehmen erkennen die Relevanz des digitalen Wandels nicht und sind mit der erforderlichen strategischen und organisationalen Neuausrichtung überfordert

#### Erkenntnisse

Die Erkenntnis der strategischen Relevanz des IKT-induzierten Wandels und die Übersetzung in operative Maßnahmen ist vor allem von der Unternehmensgröße, der Veränderungsbereitschaft und dem vorherrschenden Leidensdruck abhängig. Anders als in Großunternehmen, die häufig zur Adressierung der digitalen Transformation über dedizierte Fachabteilungen verfügen, sind solche organisatorischen Einheiten in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMUs) oftmals nicht verfügbar – auch aufgrund mangelnder finanzieller und personeller Ressourcen. Allerdings besteht für KMUs die Chance, dass beispielsweise Ei-

gentümer oder Geschäftsführer eine strategische Neuausrichtung umfassend initiieren, begleiten beziehungsweise durchsetzen können. Somit würden sie über eine potenziell höhere Flexibilität als Großunternehmen oder Konzerne verfügen, die teilweise durch rigide, hochpolitische und komplexe Führungs- und Weisungsstrukturen gekennzeichnet sind.

Schließlich ist die Veränderungsbereitschaft der Unternehmen in erheblichem Maße vom vorherrschenden Leidensdruck abhängig. Daher ist davon auszugehen, dass Unternehmen eher dazu bereit sind, sich strategisch und organisatorisch im Zuge des IKT-induzierten Wandels neu auszurichten, wenn andernfalls die wahrgenommenen negativen Folgen als zu groß erachtet werden.

Vor allem Pfadabhängigkeiten bestehender Unternehmen erschweren eine strategische und organisationale Neuausrichtung. Vor dem Hintergrund getätigter spezifischer Investitionen und darauf ausgerichteter Kompetenzen (zum Beispiel die Optimierung von Verbrennungsmotoren im Automotive-Sektor) sind Führungskräfte in den impliziten Regeln und Routinen der traditionellen Geschäftsbereiche des Unternehmens „gefangen“. Das bedeutet, dass die anfangs uneingeschränkte Handlungsfreiheit durch „kritische Kreuzungen“ in der Handlungswahl erheblich vermindert wird. Dies mündet letztlich in eine Lock-in-Situation.



So sind es primär branchenfremde und verhältnismäßig junge Unternehmen, die den IKT-induzierten Wandel vorantreiben, innovative Geschäftsmodelle schaffen und neue Wertschöpfungsrollen einnehmen, da etwaige Pfadabhängigkeiten nicht existieren. Etablierten Unternehmen bleibt die Möglichkeit, parallel zum bisherigen Kerngeschäft neue Unternehmenseinheiten (zum Beispiel BMW i zur Entwicklung von Elektroautos) aufzubauen. Diese haben dann das Ziel, das eigene Produkt- und Dienstleistungsportfolio grundlegend neu zu gestalten und dafür erforderliche Organisationsstrukturen zu entwickeln, um inhärente Pfadabhängigkeiten zu umgehen. Dazu ist die Fähigkeit zur Ambidextrie (Beidhändigkeit), also zum gleichzeitigen Verfolgen der Perfektionierung des alten Geschäfts (Exploitation) und ganz neuer Geschäftsansätze (Exploration), eine zwingende, freilich nicht leicht herzustellende Voraussetzung (siehe *Tabelle 1*).

**Implikationen**

Als wichtige Implikation für Unternehmen lässt sich ableiten, dass eine Software- und Serviceorientierung neben neuartigen Organisations- auch angepasste Entwicklungsprinzipien erfordert. Dies bedeutet, dass lineare Phasenmodelle wie das Wasserfallmodell mit sequenziellen Entwicklungsstufen in den Hintergrund geraten und stattdessen dynamische Modelle (zum Beispiel Agile, Scrum, DevOps) erforderlich sind. Zudem ist es insbesondere für etablierte Unternehmen essenziell, zur Anpassung an den IKT-induzierten Wandel, inhärente Pfadabhängigkeiten zu überwinden und nach der Logik ambidextrer Organisations-

strukturen „Unternehmen im Unternehmen“ oder gar gänzlich eigenständige Unternehmen zu schaffen (zum Beispiel Trumpf Axiom, GE Predix, Siemens Next47, Flex Elementum). So können sie explorativ neue Geschäftsbereiche parallel zum bisherigen Kerngeschäft entwickeln. Darüber hinaus ist es notwendig, bisherige Rigiditäten aufzubrechen und eine hohe organisationale Dynamik durch eine Förderung netzwerkartiger, kompetenzbasierter Organisationsstrukturen (zum Beispiel Daimler-Case-Schwarmorganisation) und serviceorientierter Organisationsstrukturen (zum Beispiel Amazon Service Oriented Architecture / API-basierte Organisation) zu erreichen.

**Zusammenfassung und Handlungsempfehlung**

- Software- und Serviceorientierung erfordern neuartige Organisationsprinzipien (zum Beispiel Scrum, DevOps).
- Schaffung von „Unternehmen im Unternehmen“ oder eigenständiger Unternehmenseinheiten (zum Beispiel Trumpf Axiom, GE Predix, Siemens Next47, Flex Elementum)
- Förderung netzwerkartiger, kompetenzbasierter Organisationsstrukturen (zum Beispiel Daimler-Case-Schwarmorganisation) und serviceorientierter Organisationsstrukturen (zum Beispiel Amazon Service Oriented Architecture / API-basierte Organisation)

**Handlungsempfehlung:** Eine strategische und organisationale Neuausrichtung erfordert eine konsequente Überwindung existierender Pfadabhängigkeiten, gegebenenfalls unter Schaffung ambidextrer oder komplett eigenständiger Unternehmenseinheiten.

**Tabelle 1: Ambidexre Organisationsstrukturen** (in Anlehnung an O'Reily/Tushman 2004)

Ausrichtung von	Exploitative Business (altes Geschäft)	Exploratory Business (neues Geschäft)
<b>Strategischer Fokus</b>	Kosten, Profit	Innovation, Wachstum
<b>Kritische Aufgaben</b>	Prozesse, Effizienz, inkrementelle Innovation	Anpassungsfähigkeit, neue Produkte, radikale Innovation
<b>Kompetenzen</b>	Prozesse	Unternehmertum
<b>Struktur</b>	formell, ablauforientiert	adaptiv, flexibel
<b>Kontrolle</b>	Margen, Produktivität	Meilensteine, Wachstum
<b>Kultur</b>	Effizienz, geringes Risiko, Qualität	risikofreudig, dynamisch, flexibel, experimentell
<b>Führung</b>	autoritär, „top down“	visionär, involviert

## 2.1.5 Die Formulierung einer Digitalisierungsstrategie ist der notwendige Treiber für die Transformation von Organisationen

### Erkenntnisse

Die im Rahmen dieses Projekts befragten Unternehmen in der Automobil-, Maschinenbau- und Logistikbranche reagieren unterschiedlich auf die Digitalisierung des Leistungsangebots und der Kundeninteraktion. Zum Verlassen der verfestigten Pfade sind vor allem Eigenschaften wie Kreativität, Experimentierfreudigkeit und Risikobereitschaft notwendig. Bisher liegt der strategische Fokus meist auf der Digitalisierung von bestehenden Prozessen anstatt auf zukunftsorientierten Produkten, Dienstleistungen und Veränderungen der Kundenschnittstelle. Letzteres erfordert unter anderem funktionsorientierte und datengetriebene Produkt-Service-Systeme, eine stärkere Endkundenorientierung sowie hochindividuelle Lösungen, basierend auf neuartigen Geschäftsmodellen.

Hinsichtlich der strategischen Ausrichtung ist es für die erfolgreiche Gestaltung des digitalen Wandels für Unternehmen wichtig, ihre zukünftige Rolle in neu entstehenden und branchenübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken zu finden und sich flexibel den veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. Während die Mehrheit der befragten Firmen angab, dass die Digitalisierung zwar einen wichtigen Bestandteil der Unternehmensstrategie darstellt, gab jedoch kaum ein Unternehmen an, tatsächlich eine umfassende Digitalisierungsstrategie zu haben.

### Implikationen

Was die Strategie betrifft, lassen sich für deutsche Unternehmen, deren Ansatz zur Bewältigung des IKT-induzierten Wandels generell als „organisierte Disruption“ beschrieben werden kann und somit zwischen der skeptischeren Haltung in Japan und dem deutlich proaktiveren Vorgehen in den USA liegt, eine Reihe übergreifender Implikationen ableiten. So ist es erforderlich, dass die Unternehmen ihre strategischen Digitalisierungsaktivitäten deutlich verstärken und beschleunigen. Parallel müssen sie dafür sorgen, dass durch entsprechende Ausbildungs- und Schulungsmaßnahmen ein generelles Verständnis sowie eine hohe Aufmerksamkeit für Themen der Digitalisierung sowohl bei den Beschäftigten als auch bei den Führungskräften und somit in der gesamten deutschen Wirtschaft entsteht.

Die im Zuge des digitalen Wandels steigende Dynamik erfordert zudem kürzere Strategiezyklen, eine Konzentration auf eigene Kernkompetenzen und eine verstärkte Kooperationsbereitschaft. Während kurzfristig eine Anpassung von Geschäftsmodellen ausreichen kann, ist mittelfristig die Initiierung eines tiefgreifenden, auf den IKT-induzierten Wandel ausgerichteten Kulturwandels in den Unternehmen nötig.

### Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

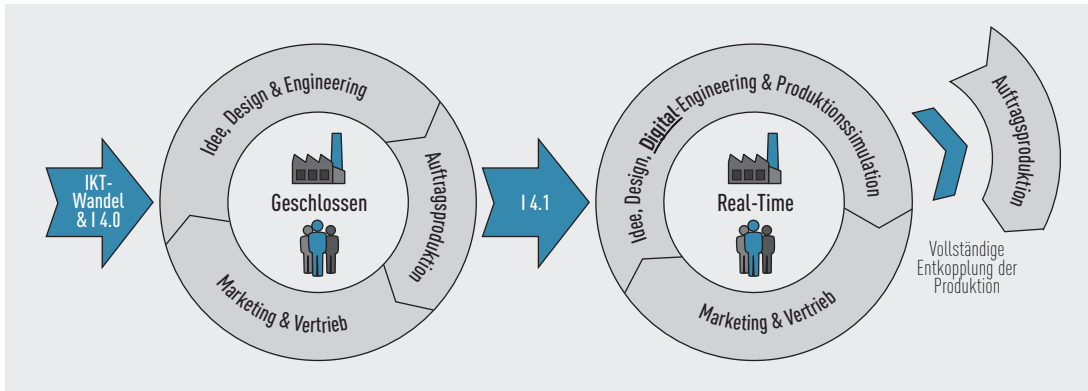
- „Organisierte Disruption“: Deutsche Unternehmen liegen international im Mittelfeld und müssen strategische Digitalisierungsaktivitäten deutlich verstärken und beschleunigen.
- Ausbildung / Schulung / Aufmerksamkeit entsprechend der oben genannten Inhalte in der deutschen Wirtschaft schaffen
- Die hohe Dynamik der Digitalisierung erfordert kürzere Strategiezyklen und verstärkte Kooperationsbereitschaft beziehungsweise Konzentration auf eigene Kernkompetenzen.
- Kurzfristig: ständige Anpassung der Geschäftsmodelle; mittelfristig: Initiierung eines Kulturwandels
- Experimentierfreudigkeit und Risikobereitschaft für langfristiges Bestehen am Markt notwendig

**Handlungsempfehlung:** Eine umfassende Digitalisierungsstrategie verlangt insbesondere eine zukunftsorientierte Anpassung des Leistungsportfolios, einen grundlegenden Kulturwandel und eine erhöhte Experimentierfreudigkeit und Risikobereitschaft.

## 2.1.6 Digital transformierte Organisationen und Geschäftsprozesse agieren nutzerzentriert in virtuellen Wertschöpfungskreisläufen und können hochintegrierte smarte physische Systeme optimal ausnutzen

### Erkenntnisse

Die von Alfred Chandler in seinem Buch „The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business“ proklamierte These „structure follows strategy“ bedeutet, dass alle Aspekte der Struktur einer Organisation der strategischen Absicht des Unternehmens folgen müssen. Als „Struktur“ werden dabei alle Mitarbeiter, Positionen, Verfahren und Prozesse sowie die Kultur, Technologie und die mit der Organisation verbundenen Elemente bezeichnet. Sie definiert, wie alle Teile und Prozesse zusammenarbeiten.



**Abbildung 6: Veränderung der Wertschöpfungsketten zu nutzerzentrierten Kreisläufen**

Die Struktur muss mit der Strategie vollständig integriert werden. Wenn eine Organisation ihre Strategie ändert, muss sie auch ihre Struktur ändern, um die neue Strategie zu unterstützen. Wenn das nicht der Fall ist, wirkt die Struktur wie ein Gummiseil und zieht die Organisation wieder in ihre alte Strategie zurück. Wie radikal die Auswirkungen einer Digitalstrategie bezüglich der Struktur sein können, zeigt *Abbildung 6*: Die digital transformierten Organisationen arbeiten mit nutzerzentrierten Geschäftsprozessen, die die Möglichkeiten hochintegrierter, smarter Produkt-Service-Systeme (PSS) optimal nutzen können.

### Implikationen

Bereits der durch die PSS zunehmende Softwareanteil in Produkten und Dienstleistungen verändert den Wertschöpfungsprozess grundlegend. So kann Software nicht nur deutlich agiler und in gänzlich neuen Verfahren entwickelt und getestet werden, sondern eröffnet auch in Form von IKT-basierten Tools neue Formen der unternehmensinternen und -externen Organisation der jeweiligen Wertschöpfungsstufen. Dies wird besonders dann deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass sich Industrie 4.0 zum Ziel gesetzt hat, Design, Engineering und Produktionsplanung weiter zu virtualisieren (zum Beispiel in Form des digitalen Zwillings). Der Endkunde kann damit zunehmend eine aktivere Rolle in der Wertschöpfung einnehmen und wird in der Tendenz sogar zum integralen Bestandteil derselben.

Mit ständig steigenden Entwicklungsgeschwindigkeiten wird eine physische Produktion jedoch immer mehr zum Nadelöhr. Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung des Produktionsprozesses können Vorstufen der physischen Produktion mithilfe verbesserter digitaler Entwicklungs- und Simulationsverfahren zunehmend im virtuellen Raum getestet, kontinuierlich

verbessert und sogar gehandelt werden. Ab einer gewissen Güte (in *Abbildung 6* symbolisch „Industrie 4.1“ genannt) wird es Auftragsproduzenten geben, bei denen sich hinsichtlich Zeit und Kosten die Prototypenfertigung kaum noch von der Serienfertigung unterscheidet (rechte Hälfte von *Abbildung 6*).

Ab dem Zeitpunkt, an dem sich eine derartige Spezialisierung durchsetzt, wird es voraussichtlich zu massiven Konsolidierungseffekten kommen. Dabei geht man davon aus, dass sich dieses System ähnlich verhält wie vergleichbare reife Märkte, in denen die vertikale Integration durch Lieferantennetzwerke ersetzt wird (zum Beispiel in der Automobilindustrie).

### Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Die bereits aufgeführten Handlungsempfehlungen aus 2.1.1 bis 2.1.5 finden hier ihren Kulminationspunkt. Dennoch soll an dieser Stelle nochmals betont werden, dass die komplexen und hoch veränderlichen Leistungsbeziehungen in Wertschöpfungsnetzwerken zu verschwimmenden Grenzen von B2B- und B2C-Geschäftsbeziehungen führen.

- Auf B2B ausgerichtete Unternehmen sollten die **Zusammenarbeit** mit Prosumenten und (kleineren) **Unternehmen** mit stärkerer **Endkundenorientierung** forcieren.
- Stärkere **strategische Ausrichtung** (von Unternehmen mit B2B-Fokus) auf offene Kollaborationsformen **mit (End-)Kunden** (gegebenenfalls auch zulasten von Gewinnzielen)
- **Offenlegung von Schnittstellen** eines Produkts oder einer Dienstleistung und/oder Beteiligung an **quelloffenen Entwicklungen**
- Nutzung von Ansätzen wie **Design Thinking, Open Innovation oder Crowd Sourcing**

## 2.2 Technik

### 2.2.1 Die Integration von Mechanik, Elektronik und IKT zu einem System ist ein zentraler Baustein von Produkt-Service-Systemen (PSS)

#### Erkenntnisse

Das Zusammenwachsen der Technologiegebiete Mechanik, Elektronik und Informationstechnik schafft durch frei programmierbare Komponenten die wesentliche Voraussetzung dafür, dass moderne Wertschöpfungsketten über Branchengrenzen hinweg verbunden werden können. Dadurch entstehen PSS mit Fähigkeiten, die innerhalb der einzelnen physischen Technologiegebiete nicht umsetzbar wären. Neue und geänderte Funktionen werden in erster Linie in Software realisiert (Software-defined Hardware). Systeme werden somit skalierbarer und Kundenwünsche können schneller, beispielsweise durch Over-the-air-Updates, umgesetzt werden. Durch die Verwendung „überdimensionierter“ Hardware (Overprovisioning) können Hardwarekomponenten als Infrastrukturelemente länger im Markt gehalten werden. Diese Investition wird über die Vermarktung neuer beziehungsweise zusätzlicher Softwarefunktionen finanziert.

Ein Beispiel für diese Hochintegration, sowohl von Hardware als auch von Software, ist das Smartphone. Darin sind zahlreiche Hardwarekomponenten, wie

Funkmodule, Kamera sowie Bewegungssensoren, integriert und Funktionen wie Telefon, Fotoapparat, Kalender, Navigation sind mittels Software realisiert.

#### Implikationen

Das Smartphone-Beispiel macht deutlich, dass IKT-Kompetenz entscheidend für die Fähigkeit zur Hochintegration ist, wobei die Prinzipien in allen etablierten deutschen Industrien angewendet werden können. Da die Funktionserbringung und Differenzierung in den Märkten auch ausschließlich durch Software erfolgen kann, die zudem eine einfache Erweiterung von Funktionalitäten erlaubt, ist zudem ein leichter Zugang in fremde Branchen möglich. Diese Entwicklung wird auch die Nutzung generalisierter Hardware forcieren, die über flexible APIs gekapselt wird.

Eine wichtige Kernkompetenz in der physischen Welt bleibt aber die Hochintegration von Mechanik, Elektronik und Informationstechnik. Hier sollte die deutsche Industrie den Hebel ansetzen, um zukünftige PSS zu bestimmen und daraus marktbeherrschende digitale Ökosysteme zu entwickeln. Die Nutzung der Potenziale durch Overprovisioning und Software-defined Hardware muss vor allem durch eine darauf ausgelegte Unternehmensstrategie gestützt und durch eine effektive Organisationsstruktur getragen werden.

**Abbildung 7: Hochintegration von Hard- und Software am Beispiel eines Smartphones**



## Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

- IKT-Kompetenz ist entscheidend für die Fähigkeit zur Hochintegration in allen etablierten deutschen Industrien.
- Funktionserbringung und Differenzierung in den Märkten kann auch ausschließlich durch Software erfolgen.
- Verhältnismäßig einfache Erweiterung von Funktionalitäten und somit leichter Zugang zu fremden Branchen

**Handlungsempfehlung:** PSS ist die Voraussetzung für kundennahe, datengetriebene sowie die flexible Skalierung und Ausdifferenzierung des Leistungsangebots, wobei IKT-gestützte Produkte nicht wie bisher primär auf die aktuelle Funktionsfülle auszurichten, sondern auf zukünftige Funktionen vorzubereiten sind.

## 2.2.2 Umgang mit großen Datenmengen ist nach wie vor mit erheblichen Unsicherheiten behaftet

### Erkenntnisse

In allen Branchen herrscht eine Unsicherheit und Unklarheit, was bei der Erfassung und Auswertung von Daten relevant ist und wie neue datenbasierte Geschäftsmodelle im Detail aussehen können. Dabei ist über alle Branchen ein Defizit im Umgang mit großen Datenmengen zu erkennen. Bei der klassischen Vorgehensweise werden Modelle eingesetzt, bei denen versucht wird, die Komplexität der realen Welt in ein mathematisches Modell zu übersetzen, das ausreichend genau die Wirklichkeit abbildet. Dies ist oft mit einem im Vorfeld klar definierten Problemraum verbunden. Dabei können klare Vorgaben gemacht werden, welche Daten in welcher Güte und Frequenz zur Lösung benötigt werden. Dadurch lassen sich auch sehr präzise Aussagen über Art, Umfang und Position der Sensoren ableiten.

Dieser Determinismus scheint aber nicht geeignet, um Aussagen in einer hochdynamischen Unendlichkeit (von Problemen), wie beispielsweise beim autonomen Fahren, zu treffen. Ein Bremsassistent lässt sich noch deterministisch testen, aber alle Situationen an einem Kreisverkehr lassen sich mit klassischen Verfahren kaum noch ausreichend genau abbilden. Es zeichnet sich zunehmend ein Trend zu immer dynamischeren und sogar mutierenden Modellen ab. Ein daraus resultierendes Problem ist, dass klassische Ver-

fahren zur Entwicklung und Absicherung sowie zur Überprüfung definierter Qualitätskriterien durch reproduzierbare Tests nicht mehr auf statistische oder experimentelle Herangehensweisen angewendet werden können. So lässt sich beispielsweise bei autonomen Fahrfunktionen, die auf einer gewaltigen Menge an Daten<sup>6</sup> basieren, nicht eindeutig verifizieren, ob die Funktion in allen möglichen Situationen korrekt arbeitet.

### Implikationen

Insgesamt ist die deutsche Industrie nach wie vor sehr hardwarezentrisch. Die Industrieunternehmen gehen davon aus, dass nur durch intensives Testen im Vorfeld und die Berücksichtigung aller Möglichkeiten das gewünschte hohe Maß an Qualität erreicht werden kann. Im Gegensatz dazu ist die US-Industrie nach Aussagen der Experten eher software- und datengetrieben aufgestellt. Die Qualität von Produkten und Dienstleistungen wird durch Simulation, statistische Ansätze, Machine Learning und direktes Kunden-Feedback erreicht.

Große Teile der Automobilindustrie versuchen nach wie vor mit (hardwarezentrischen) deterministischen Ansätzen den technischen Herausforderungen zu begegnen. Zur Etablierung datengetriebener und experimenteller Ansätze müssten aber, nach eigener Aussage der Automobilindustrie, zunächst große Defizite insbesondere im Bereich der Datenanalyse überwunden werden. Der Maschinenbau weiß um die Bedeutung von sensiblen Produktions- und Prozessdaten und wägt das Risiko der Ausspähung gegen das Potenzial datengetriebener PSS ab. Die Logistikbranche begibt sich in eine Wartehaltung und glaubt daran, den „Datenvorsprung“ von Unternehmen wie Amazon oder Uber noch aufholen zu können.

## Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

- Deutschland ist hardwarezentrisch: Durch Tests im Vorfeld wird eine hohe Qualität erreicht.
- USA ist software- und datengetrieben: Eine hohe Qualität wird durch Simulation, Machine Learning und Kunden-Feedback erreicht.
- Die Automobilbranche glaubt, die technischen Herausforderungen in den nächsten zwei Jahren zu lösen, und gesteht erhebliche Kompetenzdefizite im Bereich Datenanalyse ein.
- Der Maschinenbau befürchtet eine Ausspähung bei der Datenanalyse durch Dritte und räumt einen Mangel an Datenanalytikern ein.

<sup>6</sup>) Die Absicherung von Fahrerassistenzfunktionen benötigt mehrere Millionen Gigabyte (vgl. Abschnitt 6.5.2).

- Die Logistikbranche handelt reaktiv, glaubt noch an „PSS-Fast-Followship“ und traut sich beispielsweise zu, auch Amazon einzuholen.

**Handlungsempfehlung:** Schaffung einer Informationsinfrastruktur für plattformzentrierte Ökosysteme. Dabei soll eine geeignete Infrastruktur in Form von Verfahren und Techniken für Aggregationsdienstleistungen in Informationsökosystemen entwickelt und etabliert werden. Geeignete Aggregationsverfahren für verschiedene Aspekte wie Echtzeit oder Datengüte, aber auch die Mechanismen zur konsistenten Interpretation von Daten, wie Datenontologien, sind hierbei zu berücksichtigen.

### 2.2.3 Autonomie technischer Systeme hat weitreichende Konsequenzen: technisch, ökonomisch, regulatorisch und gesellschaftlich

#### Erkenntnisse

Die zunehmende Autonomie technischer Systeme ist eine Konsequenz aus den zuvor angesprochenen technischen Erkenntnissen der Hochintegration und Datenanalyse. Sie wird in den nächsten Jahren alle Bereiche und Branchen der Wirtschaft durchdringen. Nach den Aussagen der Experten ist davon auszugehen, dass teilautonome und hochautomatisierte Systeme in naher Zukunft realisiert werden.

Allerdings scheitert der Sprung von einem hochautomatisierten System (ein einfaches Beispiel ist die Kombination von Brems- und Spurhalteassistent bei einem Fahrzeug) zu einem vollautonomen System, das ohne jegliches Zutun oder die Kontrolle des Anwenders auskommt, an zwei Dingen: zum einen an bestimmten technischen Hürden – einige dieser Herausforderungen wurden bereits in den beiden vorangegangenen Abschnitten aufgezeigt – und zum anderen an regulatorischen Vorgaben. Es existieren daher Zweifel, ob die Beherrschung von Teilautonomie zugleich bedeutet, auch vollautonome Systeme entwickeln zu können.

Zudem deuten die Aussagen aus den Interviews, insbesondere aus der Automobilindustrie, darauf hin, dass derzeit keine ökonomisch tragfähigen Geschäftsmodelle für vollautonome Fahrzeuge formuliert werden können. Im Gegensatz dazu sind die Chancen und Konsequenzen autonomer Systeme – nicht zuletzt durch die Industrie-4.0-Initiative – den Experten aus dem Maschinenbau am ehesten bewusst, wobei in die-

ser Branche auch die größte Streuung des Know-hows zu verzeichnen ist. Besonders KMUs sehen sich bei der Umsetzung überfordert. Aufgrund der fehlenden Vision zu PSS und der geringen Ambitionen, einen durchgängigen digitalen Informationsfluss zu etablieren, ist die Logistikbranche den Experten zufolge am weitesten von der Autonomisierung entfernt. Daher und wegen der abwartenden Haltung ist es fraglich, ob der Rückstand aufgeholt werden kann.

#### Implikationen

Abgesehen vom Fehlen eines ökonomisch tragfähigen Geschäftsmodells existiert in Deutschland derzeit auch noch kein erkennbares Konzept für die Zulassung entsprechender Fahrzeuge oder Systeme. Zumindest im Automobilbereich scheinen die USA schon einen Schritt weiter zu sein. Hier gibt es seit Kurzem einen 15-Punkte-Plan für die Zulassung autonomer Fahrzeuge, der eine statistische Nachweisführung auch mithilfe maschinengelernter Modelle grundsätzlich erlaubt.<sup>7</sup>

Was autonome Systeme betrifft, sind entsprechende Überlegungen auch für den Maschinenbau relevant, wobei Industrie 4.0 noch als internationaler Benchmark verstanden wird. Auch hier müssen sich Forschung und Politik überlegen, wie zum Beispiel die Rahmenbedingungen für virtuelle Typzulassungen aussehen könnten. Speziell im Bereich der Autonomisierung muss die Logistik noch erheblich aufholen, aber gerade diese Branche wird massiv von der Rückwärtsintegration kundennaher Unternehmen wie Uber oder Amazon bedroht. Um einen durchgängigen digitalen Informationsfluss sicherzustellen, investieren besonders die letztgenannten Unternehmen stark in eigene Infrastruktur, die den neuen Anforderungen an Flexibilität und Geschwindigkeit gerecht wird.

Im Hinblick auf den gesamten Technikbereich, der auch (starke) Wechselwirkungen mit den sozioökonomischen Aspekten hat, zeichnet sich das folgende Dilemma ab: Neue Funktionen (zum Beispiel Autonomie) beziehungsweise Geschäftsmodelle benötigen die richtigen Daten in der für sie passenden Echtzeit und Qualität. Gleichzeitig herrscht aber Unklarheit über die gesetzlichen Rahmenbedingungen und vor allem über die Höhe zusätzlicher Erträge im Verhältnis zum technischen und personellen Aufwand. Die Folge ist ein nicht kalkulierbares finanzielles Risiko, das umso höher ausfällt, je mehr Hardware für die Lösung benötigt wird. Hinzu kommen ungeklärte Fra-

7) [http://www.nytimes.com/2016/09/21/technology/the-15-point-federal-checklist-for-self-driving-cars.html?ref=collection%2Ftimestopic%2FTransportation%20Department&action=click&contentCollection=timestopics&region=stream&module=stream\\_unit&version=latest&contentPlacement=2&pgtype=collection](http://www.nytimes.com/2016/09/21/technology/the-15-point-federal-checklist-for-self-driving-cars.html?ref=collection%2Ftimestopic%2FTransportation%20Department&action=click&contentCollection=timestopics&region=stream&module=stream_unit&version=latest&contentPlacement=2&pgtype=collection)

gen der Zulassungsfähigkeit von hauptsächlich im virtuellen Raum getesteten Systemen.

**Zusammenfassung und Handlungsempfehlung**

- Alt-OEMs in Deutschland lassen kein Konzept für die Zulassung vollautonomer Fahrzeuge erkennen.
- Neu-OEMs in den USA experimentieren mit einer virtuellen Typzulassung auf Basis maschinell gelernter Entscheidungen.
- Die durch Deutschland angestoßene Initiative Industrie 4.0 ist internationaler Benchmark. Alle anderen Regionen sehen sich bei der Digitalisierung des Maschinenbaus hinter Deutschland. Es gibt aber eine sehr große Streuung im Know-how. Dabei sehen sich speziell KMUs vielfach überfordert.

- Die Logistikbranche wird massiv von der Rückwärtsintegration kundennaher Unternehmen (zum Beispiel Uber) bedroht.

**Handlungsempfehlung:** Entwicklung neuer Technologien für die funktionale Sicherheit in autonomen Systemen. Diese Technologien (Entwicklungsverfahren, agile Systementwicklung, Methoden wie maschinelles Lernen) bedürfen zudem nachvollziehbarer Prüfverfahren für deren praktischen Einsatz – auch, um eine Haftungsabsicherung im Rahmen einer Zulassung von autonomen Systemen zu ermöglichen. Aus technischer Sicht sollte dabei insbesondere die Aufhebung der Trennung zwischen Entwurfs- und Betriebsphase adressiert werden.

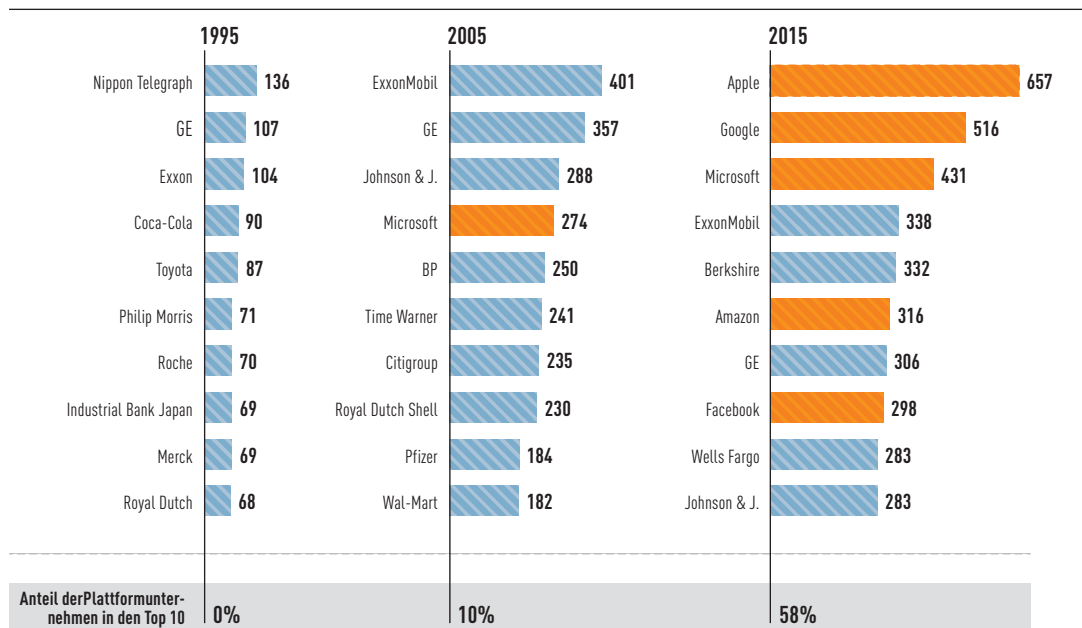
## 2.3 Plattform-Ökosysteme

### 2.3.1 Plattform-Ökosysteme sind die logische Konsequenz aus den sozioökonomischen und technischen Veränderungskraften

Neben der Transformation klassischer Angebote zu PSS ist ein weiterer Effekt der Digitalisierung immer präsenter: die steigende Relevanz von Plattform-

Ökosystemen und deren Ausbreitung aus dem klassischen Endkundengeschäft in den B2B-Bereich. Die ökonomische Relevanz von Plattformunternehmen ist in kürzester Zeit extrem gewachsen. So sind inzwischen fünf der zehn wertvollsten Unternehmen der Welt Betreiber von Plattformen (Apple, Google, Microsoft, Amazon, Facebook; siehe *Abbildung 8*).

**Abbildung 8: Die weltweit zehn wertvollsten Unternehmen im Zeitraum von 1995–2015 in Mrd. US-Dollar<sup>8</sup>**



<sup>8</sup>) Yahoo Finance; in Anlehnung an Schmidt (2016): <https://netzoekonom.de/2016/01/19/keine-industrie-ist-vor-digitaler-disruption-gefeit/>

Softwareplattformen, zum Beispiel ein Betriebssystem, sind dabei nur das Vehikel – entscheidend ist das darauf entstehende Ökosystem. Digitale Ökosysteme haben eine enorme Reichweite und breiten sich branchenübergreifend aus. Die von den Teilnehmern in die Plattform eingebrachten und durch die Nutzung erzeugten Daten sind die Basis für weitere digitale Geschäftsmodelle, die wiederum zu weiteren Eintrittshürden für Mitbewerber führen.

### 2.3.2 Die deutsche Wirtschaft unterschätzt die Relevanz und überschätzt die eigenen Möglichkeiten zur Gestaltung der Regeln in Plattform-Ökosystemen

Plattformen fördern eine Modularisierung von Leistungen, also die Zerteilung von bisher kombinierten Leistungen zu kleineren Bestandteilen, aus denen der (Firmen-)Kunde die benötigten Elemente bündeln kann. Beobachtungen im Consumer-Markt haben gezeigt, dass Netzeffekte beim Angebot und der Nachfrage auf Plattformen starke Konzentrationstendenzen hervorrufen können. Daher ist zu erwarten, dass für jeden Zweck nur eine geringe Anzahl konkurrierender Plattform-Ökosysteme und damit Anbieter derselben überlebensfähig sind. Ein Aufschließen zu etablierten Plattform-Ökosystemen (Nutzernetzwerk, Nutzungsdaten) ist kaum möglich, sobald ein starker Anbieter einmal etabliert ist und sein Ökosystem aufmerksam weiterentwickelt wird. Im deutschen Mittelstand herrscht die Meinung vor, diese Entwicklung als einzelnes Unternehmen mitgestalten zu können, was bisherigen Erfahrungen widerspricht und sich als bedenkliche Fehleinschätzung herausstellen kann.

Um die deutsche Wirtschaft bei der Schaffung neuer sowie bei der Gestaltung bestehender Plattform-Ökosysteme zu unterstützen, ist es erforderlich, starke Mechanismen für Vertrauenswürdigkeit, Sicherheit und einen klaren Rechtsrahmen für datengetriebene Ökosysteme zu schaffen. Das zügige Schaffen dieser Rahmenbedingungen kann sich zum Alleinstellungsmerkmal entwickeln und sensible sowie konservative Branchen dazu bringen, eine europäische/deutsche Plattform außereuropäischen Anbietern vorzuziehen.

Für die Handlungsempfehlungen der genannten drei Bereiche spielen die in Kapitel 7 ausführlich diskutierten Ökosysteme informationsintensiver Dienstleis-

tungen und Produkte eine zentrale Rolle. Für ein Ökosystem, also die „Gesamtheit einer Lebensgemeinschaft (...) zusammen mit ihrer Umwelt“, in die die Gemeinschaft integriert ist und mit der sie zu einem überlebensfähigen System organisiert wird, sind hier vor allem diese Eigenschaften kennzeichnend:

- **Offen**, das heißt von ihren Abhängigkeiten mit den umgebenden Strukturen positiv beeinflussbar, insbesondere von den umgebenden Wertschöpfungsnetzwerken zur Schaffung des Nutzenversprechens
- **Dynamisch**, das heißt durch sich flexibel ändernde Strukturen charakterisiert, insbesondere durch das Eintreten neuer und das Ausscheiden etablierter Mitglieder des Ökosystems sowie die flexible Gestaltung individueller Dienstleistungen und Produkte
- **Komplex**, das heißt durch – meist beidseitige – Wechselwirkungen zwischen den Mitgliedern des Ökosystems geprägt, insbesondere durch die jeweiligen Beiträge der Mitglieder bei der Informationsgewinnung als Grundlage der Produkte und Dienstleistungen des Ökosystems

#### Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

- Zerlegung, Aufteilung und Kombination: Modularisierung von Leistungen, um situativ und flexibel die benötigten Teilleistungen zu bündeln
- Es wird nur eine begrenzte Anzahl zweckbezogener Plattform-Ökosysteme geben.
- Ein Aufschließen zu etablierten Plattform-Ökosystemen (Nutzernetzwerk, Nutzungsdaten) ist kaum möglich.
- Die Unternehmen in Deutschland unterschätzen die Relevanz und überschätzen die eigenen Möglichkeiten zur Gestaltung der Regeln.
- Starke Mechanismen für Vertrauenswürdigkeit, Sicherheit und ein klarer Rechtsrahmen für datengetriebene Ökosysteme könnten sich zum Alleinstellungsmerkmal entwickeln.

**Handlungsempfehlung:** Aufbau gemeinsamer Plattform-Ökosysteme für datenintensive, digitale Produkte und Dienstleistungen. Dabei soll der Fokus auf der Etablierung gemeinsamer Plattformlösungen für stark mittelständisch geprägte und wettbewerbsintensive Industriesegmente liegen, die den Aufbau alleine nicht stemmen und teils in Konkurrenz-, teils in Komplementärbeziehung zueinander stehen (Cooperation).



## 2.4 Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft

### 2.4.1 Funktionen der Digitalisierung in der parlamentarischen Demokratie – Bürger und Staat

#### Erkenntnisse

Private sowie öffentlich-rechtliche Institutionen und Gremien leiden aufgrund hoher Komplexität und Partikularinteressen an fehlender Integration relevanter Akteure. Methodisch (Consensus Building/Mutual Gains) wie technologisch (Kollaborationssoftware, Web 2.0) sind die Voraussetzungen für eine grundlegende Veränderung in der Zusammenarbeit in und zwischen Gremien gegeben – von unabhängigen, nicht vernetzten Partikularinteressen zu einem kreativen Ökosystem, zum Beispiel in Form der Schwarmintelligenz als dynamisch lernende, vernetzte, effiziente Schnittstelle in Multiakteursprozessen.

Über 93 Prozent der Wertschöpfung in Deutschland werden durch KMUs erbracht. Die Beteiligung der KMUs in den relevanten Entscheidungsgremien ist aber gering. Die Gründe dafür liegen im erschwerten Zugang für viele KMUs zu Gremien und/oder in der geringen bis fehlenden Relevanz.

Klassische Gremien sind mit der zunehmenden Komplexität überfordert (siehe *Abbildung 9*). Sie stehen auf

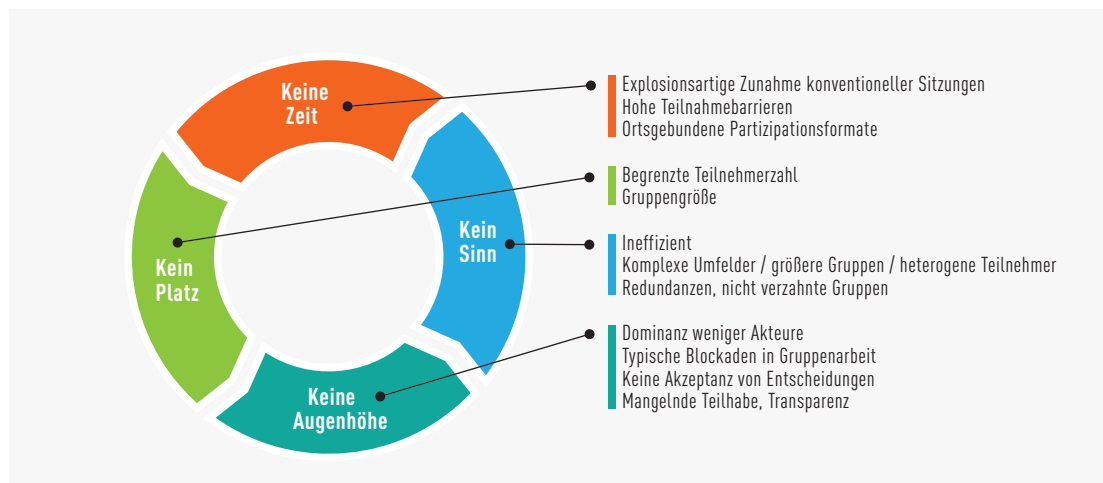
der Prioritätenliste hinsichtlich Zeit, Platz, Augenhöhe, Kosten-Nutzen-Relation im direkten Wettbewerb zum operativen Tagesgeschäft ihrer Teilnehmer. Digitalisierung kann die oben genannten Herausforderungen lösen, erfordert jedoch frühzeitig die nachhaltige Einbindung – also die dezidierte inhaltliche und prozessuale Bedarfs- und Relevanzanalyse – potenzieller Akteure, um Gremien nicht an diesen vorbei zu planen und späteres Desinteresse auszuschließen.

#### Implikationen

Digitalisierung ist kein Produkt. Wie jedes IKT-Programm lebt auch sie vom Inhalt (Rubbish-in-Rubbish-out-Prinzip). Die komprimierteste Hochintegration von Soft- und Hardware ist wertlos, wenn die Akteure das Bewusstsein, die Grundsätze der Kollaboration, nicht leben. (In der Digitalisierung hat derjenige Erfolg, der die anderen erfolgreich macht.)

Der Erfolg einer digitalen Kooperationsplattform wird in der Frühphase der Konzeption durch inhaltliche und prozessuale Akzeptanz der KMUs sowie in der gemeinsamen stufenweisen Entwicklung gelegt. Jeder Teilnehmer muss die Plattform auf Basis einer ersten Konzeptionsthese ohne Gruppenzwang in geschützten Gesprächsräumen nach seinen individuellen Vorstellungen (mit-)gestalten können („joint fact-finding“

**Abbildung 9: Komplexität überfordert klassische Gremien**



statt „decide announce defend“). In einem methodisch fundierten Prozess müssen die Ergebnisse über einen neutralen Vermittler zusammengeführt und in ein gemeinsam getragenes Plattformkonzept gegossen werden, dem sich die Beteiligten verpflichten. Gemeinsam wird das System dann inhaltlich, strukturell und prozessual in Stufen weiterentwickelt.

### **Handlungsempfehlung**

Systemische und methodenbasierte Einbindung der KMUs durch den strukturierten Aufbau digitaler Plattformen:

- Auf- und Ausbau einer digitalen Meinungsbildungsplattform unter Einbindung der Teilnehmer
- „Pilotäre Digitalisierung“ bestehender Förderprojekte
- Unterstützung erlebbarer Demonstrationen zu den Chancen (und Risiken) der Digitalisierung (mit Produkten und Dienstleistungen ähnlich dem eigenen Angebot), zum Beispiel in Form regionaler Innovationszentren
- Gezielte Verbreitung von Ergebnissen aus öffentlichen Verbundprojekten

## **2.4.2 Veränderung des politischen Systems**

### **Erkenntnisse**

Politische Akteure und Institutionen sind zunehmend unter den Einfluss von Partikularinteressen von Unternehmen, Verbänden und privilegierten Eliten geraten, sodass oft nur wenige von der Politik profitieren. Organisierte Verflechtungen, Lobbyinteressen sowie Machtspiele werden transparent und stehen in der Kritik. Die Transparenz des Internets lässt diese Kritik sowie die Erwartungen der Bürger an die Bereitstellung von Informationen und an die Beteiligung an Entscheidungen steigen. Entscheidungsinfrastrukturen, die von Einzelinteressen (Lobbyisten, Verbänden etc.) beeinflusst und geprägt sind, geraten in Diskredit oder werden ignoriert. Durch die Digitalisierung wächst das Arsenal an Partizipation. Befeuert durch Ausbildung, Lebensstandards, soziale Komplexität und Lebenserwartungen hegen Kunden, Bürger und Unternehmer den Wunsch nach persönlicher Kontrolle und Selbstbestimmung. Informationsmonopole laufen aus. Die Legitimation der Macht schwindet.

Die historisch gewachsenen Grundsätze von Macht und Führung, nach denen eine organisierte Minderheit die Gefolgschaft von unorganisierten Mehrheiten

einfordert, hat ausgedient. Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft befinden sich im Paradigmenwechsel. Schleichend entmachten über Facebook, Google und andere organisierte Mehrheiten analog organisierte Minderheiten.

### **Implikationen**

Führung bekommt eine neue Qualität. Entgrenzung, Schnelligkeit und Interaktivität wirken auf das politische Leben. Das Politische bricht auf und aus, jenseits formaler Zuständigkeiten. In einer neuen Normalität entsteht eine neue Öffentlichkeit mit neuen Ansprüchen.

Jeder erwartet direkt eine Beteiligung an der Willensbildung sowie an politischen Entscheidungsprozessen. Außerhalb institutioneller Zuständigkeiten (der Politik und der Wirtschaft) existieren parallel verborgene, nicht ausgelastete Mittel, die Fixkosten (zum Beispiel in der Verwaltung) ersetzen und neue (digitale) Fähigkeiten hinzufügen können. Es entstehen „Crowd-Bürger“, die sich im Netz organisieren. „Crowd-Demagogen“ und „Crowd-Populisten“ gehen im Netz auf Fang.

Transparenz, Glaubwürdigkeit und Bürgerbedürfnisse erfordern ein grundlegendes Überdenken des historischen Staatssystems. Die parlamentarische Demokratie und damit die Säulen eines freiheitlich-demokratischen Zusammenlebens stehen in Wettbewerb zu grenzenlosen Gemeinschaften im Netz. Die parlamentarische Demokratie steht in dieser neuen digitalen Welt vor der Herausforderung, das richtige Maß zwischen kurzfristiger Erfüllung der Wünsche und ausgewogener Entscheidung zu finden. Sie muss ihre Wettbewerbsvorteile in dieser neuen Welt erfassen, verstehen, gestalten, formulieren und aktiv verteidigen und/oder sich anpassen.

### **Handlungsempfehlung**

Als wichtigste gesamtgestalterische Ressource unserer freiheitlich-demokratischen Grundordnung darf sich der Staat bei der durch Digitalisierung bedingten, rasanten Mutation nicht aussparen. Er verlangt höchste Aufmerksamkeit und sollte zum Zentrum der Innovation werden. Politik darf bei dieser grundsätzlichen Mutation hin zu neuen Meinungsbildungs- und Führungsformaten nicht den Anschluss verlieren. Gerade in dieser systemkritischen Phase muss sie sich als Vordenker und Vorbild profilieren

und sich zur Erfüllung ihrer Aufgaben immer wieder neu erfinden. Anforderungen an Glaubwürdigkeit und Kompetenz erfordern die stufenweise Einrichtung einer strategischen Entwicklungsabteilung für politische Einheiten.

Überdenken und Anpassen des politischen Systems gemäß der Anforderung der digitalen Gesellschaft. Glaubwürdigkeit der Politik verteidigen:

- Themen generieren und priorisieren, mit breitem Einsatz von Kollaborationssoftware

- Aufsetzen konkreter Piloten in empfänglichen Abteilungen der politischen Verwaltung, um methodisch wie technologisch die Machbarkeit zu demonstrieren und in weitere Bereiche zu wachsen
- Einrichten einer Art strategischer Entwicklungsabteilung für die Politik (gemeinsame Faktenanalyse, Ableitung von technischen und organisationspsychologischen Lösungsräumen, Schaffung erster Umsetzungspiloten)
- Etablieren einer Kommunikationskampagne zur Bewusstseinschaffung und gleichzeitig Steigerung des Vertrauens in die Politik

### 3 | Schlussbemerkungen

Die Digitalisierung stellt etablierte Industriesektoren, wie die Automobil-, Maschinenbau- und Logistikbranche, vor massive Herausforderungen. Damit einhergehende Transformationsprozesse sind in ihrem Ausmaß ohne Weiteres mit vorangegangenen industriellen Revolutionen, wie der Mechanisierung durch Wasserkraft oder der Elektrifizierung mit dem Einsatz von Fließbändern zur Massenfertigung, zu vergleichen. Dadurch kommt es zu weitreichenden Veränderungen industrieller Wertschöpfungsstrukturen. Insbesondere die Entstehung und Dominanz softwarebasierter und plattformzentrierter Ökosysteme zeigt, wie in kürzester Zeit bislang unbekannte und verhältnismäßig junge Unternehmen eine Marktführerschaft erlangen und bisherige Machtverhältnisse in den betrachteten Branchen verändern können. Um die digitale Transformation erfolgreich zu bewältigen, müssen etablierte Unternehmen ihre Leistungen in datengetriebene Produkt-Service-Systeme wandeln, diese auf Basis von Plattformen verfügbar machen und insbesondere die Kundenschnittstelle kontrollieren.

Auch wenn in diesem Zusammenhang vieles in greifbarer Nähe erscheint, sind die technischen Herausforderungen im Detail nach wie vor gewaltig. Daher ist trotz aller Bemühungen nicht immer klar ersichtlich, was Wunschdenken und was Realität ist. Feststellen lässt sich jedoch, dass uns das Internet of Things bezüglich der Sammlung, Verwaltung und sinnvollen Auswertung von Daten vor vollkommen neue Herausforderungen stellen wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn es um die Autonomisierung von Systemen, Prozessen und Dienstleistungen geht. Mit der praktisch

unendlichen Komplexität der realen Welt konfrontiert, versagen die etablierten Methoden der deterministischen Modellbildung und alle darauf aufbauenden Sicherungs- und Zulassungsverfahren. Fluide, mutierende Modelle, die sich mithilfe von Simulation und Machine-Learning-Verfahren weiterentwickeln und die per System-Update und Feedback aus der realen Welt verifiziert werden, scheinen ein möglicher Weg zu sein und verdienen entsprechende Beachtung. Eines scheint jedoch sicher: Es wird auf allen Ebenen notwendig sein, neue Wege auszuprobieren.

Das Ausmaß der notwendigen Veränderung von etablierten Unternehmen ist enorm. Die hohe Geschwindigkeit der ökonomischen und technischen Entwicklungen erfordert eine rasche Anpassung. Dabei befinden sich etablierte Unternehmen in einem Dilemma. So setzt eine grundlegende Neuausrichtung des Leistungsangebots eine gleichermaßen umfangreiche Transformation der Organisation und ihrer Fähigkeiten voraus – in Strukturen, die jahrelang wesentlich zum Geschäftserfolg beigetragen haben. Dies erfordert eine Überwindung erheblicher Pfadabhängigkeiten, die es durch ambidextre Organisationsstrukturen mit einer explorativen Entwicklung digitaler Geschäftsbereiche parallel zum bisherigen Kerngeschäft zu überwinden gilt. Letztlich könnte eine gezielte Verschmelzung bestehender und neu erworbener Fähigkeiten einzigartige Wettbewerbsvorteile bieten. Dies erfordert ein gleichermaßen effektives Zusammenwirken aller Akteure – in der Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Das Zusammenwirken dieser vier Grundpfeiler unserer Volkswirtschaft erfordert

neben den genannten technischen Fähigkeiten ein tiefes Verständnis der individuellen dezentralen Erwartungs- und Partizipationskultur, die auf einer neuen IKT-basierten Sozialisierung und Transparenz entstanden ist.

„Mutual Gains“ bedeutet auch, in Gewinn für die anderen zu denken. Das erfordert Mut zur Offenheit sowie die Bereitschaft zur Akzeptanz und Einbindung dezentraler individueller Bedürfnisse. Chancen und Risiken

des durch neue Medien entstandenen Wandels der Demokratisierung müssen von der Politik ebenso ernst genommen werden wie die wesentlich greifbareren technischen Anforderungen. In dem durch Digitalisierung entstandenen Wettbewerb der Meinungsbildungsprozesse darf die Politik ihren Führungsanspruch nicht durch die Reduzierung der Herausforderung auf rein technologische Fragen verlieren. Nachhaltige Akzeptanz erfordert „joint fact-finding“ statt eines hoheitlichen „decide announce defend“.

## Impressum

### Herausgeber

fortiss GmbH  
Guerickestr. 25  
80805 München

HRB 176633  
Umsatz-Steueridentifikationsnummer  
DE263907002  
Steuernummer: 143/237/25900

Beteiligt an dieser Studie sind die **Deutsches Dialog Institut GmbH (DDI)**, die **fortiss GmbH**, die Fakultät für Betriebswirtschaft an der **Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)** und die **Siemens AG**.

### Steuerkreis

Helmuth von Grolman (DDI)  
Prof. Dr. Helmut Krcmar (fortiss)  
Karl-Josef Kuhn (Siemens)  
Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot (LMU)  
PD Dr. Bernhard Schätz (fortiss)

### Autoren

Alejandro Arreola González (fortiss)  
Klaus Becker (fortiss)  
Dr. Chih-Hong Cheng (fortiss)  
Volkmar Dörich (Siemens)  
Dr. Markus Duchon (fortiss)  
Marcus Fehling (Siemens)  
Helmuth von Grolman (DDI)  
Sebastian Hallensleben (DDI)  
Stefan Hopf (LMU)  
Nicolas Ivandic (DDI)  
Dr. Cornel Klein (Siemens)  
Elena Läßle (DDI)  
Jonas Linder (Siemens)  
Dr. Rahild Neuburger (LMU)  
Prof. Dr. Christian Prehofer (fortiss)  
PD Dr. Bernhard Schätz (fortiss)  
Roman Scholdan (Siemens)  
Konstantin Schorp (fortiss)  
Joachim Sedlmeir (LMU)  
Dr. Iason Vittorias (Siemens)  
Sofie Walckhoff (DDI)  
Dr. Monika Wenger (fortiss)  
Dr. Alois Zoitl (fortiss)

### Mitwirkende

Dr. Michael Armbruster (Siemens)  
Dr. Christian Buckl (Siemens)  
Prof. Dr. Helmut Krcmar (fortiss)  
André Marek (Siemens)  
Katrin Mauthner (Siemens)  
Dr. Moritz Vogel (VDE)

### Redaktionelle Aufbereitung

Heise Business Services (Frank Klinkenberg,  
Christian Töpfer), Britta Mümmler  
(Textredaktion, freie Mitarbeiterin)

### Layout und Grafiken

stroemung GmbH

### Bildnachweise

mc-quadrat, Fotolia

Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung oder Weiterverbreitung in jedem Medium als Ganzes oder in Teilen bedarf der schriftlichen Zustimmung.



Illustration: mc-quadrat, Berlin