

# Digitale Transformation von Geschäftsprozessen: Chancen und Herausforderungen

Von Kai Lucks

All reden von Industrie 4.0. Nie zuvor haben gesellschaftlich-wirtschaftliche Veränderungen eine so große Öffentlichkeit gehabt. Viele Begriffe beleben die Diskussion. Dies sind vor allem:

- Internet der Dinge
- Big Data
- Die Cloud
- Die Beschleunigung der Innovationen
- Künstliche Intelligenz
- Disruptiver Wandel

Jeder glaubt, mitreden zu können. Aber fühlen sich auch alle mitverantwortlich oder überhaupt betroffen? Oder sind das nur Positionen von interessierten Betrachtern?

Nun sind industrielle Revolutionen nichts Neues. Die erste industrielle Revolution der Neuzeit ist um 1750-1780 anzusetzen mit dem mechanischen Webstuhl von Edmund Cartwright und der Dampfmaschine von James Watt. Als zweite Technik-Revolution kann man die Elektrifizierung zählen und die Erfindung elektrischer Maschinen von Nikola Tesla, Tomas Edison und Werner von Siemens im Zeitraum von 1850-1870. Die dritte Revolution wäre dann die Digitalisierung mit Rechenmaschinen von Konrad Zuse, John von Neumann und Alan Turing. Diese begann in den 40er Jahren des 20. Jahrhunderts. Gleichzeitig nahm die Entwicklung der Halbleitertechnologie ihren Anfang. Die Digitalisierung fand ihren Niederschlag in allen Branchen der Elektro- und Elektronikindustrie. Das erstes Digitalprodukt der Medizintechniksparte von Siemens war zum Beispiel 1957 das Ultraschall-Diagnosegerät.

Alle diese Revolutionen schafften mehr neue Arbeitsplätze als sie vernichteten. So verdrängten PCs die Schreibmaschinen und machten Stenotypisten arbeitslos – gleichzeitig entstanden aber neue Jobs in der Softwareentwicklung, den IT-Abteilungen und in der Computer-Sicherheit. Können wir uns nun entspannt zurücklehnen und abwarten was da Neues kommt?

Nein: Kein Gebiet des sozialen Lebens ist ausgeschlossen. Die künstliche Intelligenz führt dazu, dass Maschinen lernfähig werden und sich selbst optimieren können. Das Potenzial ist gewaltig. Weiterhin gilt das Moor'sche Gesetz, nachdem sich die Leistung von Mikroprozessoren alle 1 ½ Jahre verdoppelt. Damit wird die Automatisierung exponentiell fortschreiten, in der gesamten Wertschöpfungskette der Fertigung und Verwaltung, ja selbst im Privatleben, in Freizeitbeschäftigung und Unterhaltung. Der Roboter wird zum Partner. Die Grenzen zwischen Automat und Mensch verschwinden. Doch Vorsicht: die Prozesse laufen in jedem Sektor unterschiedlich schnell. Man redet von Disruption allerorten, in Wirklichkeit sind es jedoch Veränderungsschübe, die untereinander zeitverzögert ablaufen. Auch die 4. Industrielle Revolution wird eine längerfristige Entwicklung sein. Wir sprechen über

einen Zeitraum von mindestens weiteren 30 Jahren, mit zahlreichen Disruptionen, deren Erscheinen schwer vorhersehbar ist. Insofern muss sich jeder in seinem Lebensbereich damit auseinandersetzen. Wer abwartet, ist verloren. Bill Gates hat mal gesagt: „Sehe ich auf das nächste Jahr, dann verändert sich nichts, sehe ich über 10 Jahre, dann hat sich alles verändert“. Dies zwingt uns, über gänzlich neue Arbeitswelten nachzudenken: breite Berufsfelder werden verschwinden. Angefangen von Routinetätigkeiten wie dem Führen von Kraftfahrzeugen bis hin in die Verwaltung, etwa bei der Prüfung von Verträgen im Zuge von Unternehmensübernahmen.

Wenn die 4. Industrielle Revolution nur eine Intensivierung der 3. Industriellen Revolution ist: Wird die aktuelle Umwälzung tatsächlich ganz anders sein als alle technisch-sozialen Veränderungen der Vergangenheit? Werden Arbeitsplätze massenhaft verloren gehen? Werden stattdessen nur relativ wenige hochspezialisierte und hochdotierte neue Berufsbilder entstehen? Die Zeichen stehen dafür.

Jedenfalls sind es zahlreiche Gefahren, die nahezu zeitgleich auf uns zukommen. Zu nennen ist hier als Beispiel die Automobilindustrie, Deutschlands liebstes Kind und eine Quelle des aktuellen Wohlstands und unserer Position als Exportweltmeister. Hier geht es um 800.000 Mitarbeiter der Autohersteller in Deutschland und um 300.000 Mitarbeiter der Auto-Zulieferer. Die Herausforderungen sind:

1. Die Elektromobilität vor dem Hintergrund der Umweltbelastung
2. Das autonome Fahren, ermöglicht durch Big Data und die Cloud
3. Das Car Sharing, also die Abkehr vom persönlichen Auto
4. Die zahlreichen technologischen Änderungen in der Fertigung, getrieben durch intelligente Roboter und Mensch-Maschinen-Arbeitsteilung

Der Bedrohungsgrad der etablierten Spieler der Autoindustrie ist daran zu messen, wie sich die Wettbewerbslandschaft bei gleichartigen Veränderungen der jüngsten Geschichte verändert hat. So etwa in der Mobilfunk-Industrie, wo die ehemals großen Spieler wie Motorola, Nokia und Siemens völlig von der Bildfläche verschwunden sind und innovativen Firmen wie Cisco, Apple und Samsung Platz gemacht haben. Zahlreiche Beispiele belegen, dass klassische Anbieter bei einem dramatischen Technologiewechsel untergegangen sind. Viele Industrien hat Deutschland dabei verloren wie die raue Ware, die Foto-Branche, führende Positionen der Halbleiterindustrie, der Fotovoltaik, der Magnetbahntechnik, der Kernkraft – aus unterschiedlichen Gründen.

Die Zeichen für die deutsche Autoindustrie stehen vor diesen Beispielen nicht gut: wenn ein Risikofaktor in der Vergangenheit zum Untergang ausreichte, wie soll diese Industrie denn mit 4 Herausforderungen gleichzeitig fertig werden? Das Verhalten in der Dieselsparte, das halbherzige Engagement in der Elektromobilität verheißen gar nichts Gutes. Allein der elektrische Antrieb senkt die Anzahl der erforderlichen Komponenten um Faktor 10. Der Mitarbeiter-Bedarf dürfte um 30 % abnehmen – so konservative Annahme der Autoindustrie

Die Risiken betreffen nicht nur die Autobranche sondern sie gehen quer durch die Wirtschaft. Der Mittelstand zum Beispiel, Deutschlands wirtschaftliches Rückgrat mit

3,65 Millionen Unternehmen und 1.000 Weltmarktführern, steht gleichfalls vor gewaltigen Herausforderungen. Eine Umfrage der Fraunhofer IAO von 2016 zeigt, dass der Mittelstand nur etwa zu 15 bis 27% der Industrie 4.0-Technologien umgesetzt hat. Dabei setzen die inaktiven Unternehmen nicht nur ihre Position im Inland aufs Spiel sondern sie werden sich gegen Angreifer aus dem Ausland nicht zur Wehr setzen können.

Aus den USA kommen die hauptsächlichen Angreifer mit neuen Geschäftsmodellen. Sie schieben ihre Lösungsangebote zwischen die Hersteller und die Kunden. Beispielgebend sind hier Unternehmen wie Amazon, Apple, Cisco oder auch AirBnb (für Zimmervermietung, ohne dass sie ein einziges Zimmer besitzen) oder Uber-Autovermietung (ohne dass sie ein einziges Taxi besitzen). Diese Grund-Idee hat in den USA zu einer Welle von Startups geführt, die alle derselben Idee nachgehen: wie kann ich mich zwischen klassische Leistungsanbieter und den Endkunden schieben? Ein Großteil der rund 40.000 US-amerikanischen Startups folgt dieser Idee. Interessanterweise zielen die meisten auf den Konsum-Sektor (B2C). Zum Vergleich: 2016 zählt der deutsche Startup-Monitor 1.200 Unternehmen.

Die Amerikaner haben aber auch den Business-Sektor erkannt und greifen diesen mit Lösungsmodellen an. Ihre Strategie ist auf eine schnelle regionale Ausweitung gerichtet: vom regionalen Geschäft zum nationalen und darauf zur Internationalisierung und zur globalen Präsenz. Daneben stehen einzelne Technologieunternehmen, wie etwa der Elektroautohersteller Tesla, der mit seiner Reichweite für rein-elektrisches Fahren die angestammten Hersteller weit in den Schatten stellt. Für sein neues Mittelklasse-Modell hat Tesla 500.000 Vorbestellungen und liegt damit am Limit was den Fertigungsausbau und die Rohstoff-Beschaffung für Batterien betrifft. Der Wille zum Wachstum, die Bereitschaft zum Risiko und das Commitment zum „Industrial Internet of Things“ (das ist das Gegenstück zur deutschen „Industrie 4.0“) hat die Börsenwerte explodieren lassen: heute sind die führenden 3 US-Unternehmen mehr wert als alle 30 Dax-Unternehmen zusammen. Jedes deutsche DAX-Unternehmen könnte mit Leichtigkeit von den US-Riesen geschluckt werden.

China geht einen anderen Weg. Der Anspruch als „Werkstatt der Welt“ wird getrieben durch eine staatlich gelenkte und geförderte Wirtschaft. Aus Umweltgründen wurden in Beijing schon vor Jahren Motorräder mit Verbrennungsmotor verboten und nur noch Elektroantriebe genehmigt. Um den Smog zu bewältigen beabsichtigt China dasselbe für Elektroautos. Damit könnte China der zukünftige Weltmarktführer für Elektromobilität werden.

Bereits jetzt ist China weltweit führend beim Einsatz von Industrierobotern. Der Kauf der Augsburger KUKA-AG durch die Chinesen war ein wichtiger Baustein dabei. Die Chinesen eröffnen KUKA einen so großen Markt, wie ihn KUKA aus alleiniger Kraft nie erreichen könnte. KUKA ist also in chinesischer Hand viel mehr wert als in deutscher. Kein Wunder, dass die Chinesen einen Preis von 4,5 Mrd. € bieten konnten, bei dem kein deutscher weißer Ritter mehr mithalten wollte. Aber: keine Angst vor dem Ausverkauf deutscher Unternehmen: die Chinesen sind treue Investoren geworden, sie haben den Wert deutschen Ideenreichtums erkannt, sie verstehen den Sinn der Einbettung in das deutsche Cluster aus Herstellern,

Lieferanten, Kunden und Wissenschaft. Deshalb hat KUKA jetzt auch ein Investment von 40 Mio. € in den deutschen Standort realisieren können. All dies läuft aus chinesischer Sicht unter dem Schlagwort „Industry 2025“ – korrespondierend zu unserer „Industrie 4.0“. Dabei hat auch China sehr gute Karten. Bisherige Schwächen können in Stärken umgewandelt werden. So spielt die im Zuge von Industrie 4.0 mögliche Beschleunigung der Produktentwicklung durch virtuelle Abbilder des späteren physischen Modells in chinesische Hände: statt bisheriger Entwicklungszeiten von 3 bis 5 Jahren anhand von realen Modellen erlauben Entwicklungen mithilfe von „virtuellen“ Software-basierten Modellen eine Reduktion von Entwicklungszeiten auf etwa 1 Jahr. Der bisherige Nachteil der kurzen Verweilzeit chinesischer Mitarbeiter fällt damit aus. Vielmehr stehen die Mitarbeiter für die volle Entwicklungsperiode zur Verfügung und tragen dann ihr Wissen in das nächste Unternehmen – was den Wissensaufbau in einer Branche befruchtet.

Amerika und China sind unsere Haupt-Wettbewerber in der neuen Industrie-Generation. Sie sind auch die möglicherweise besten Partner, um gemeinsam schneller voran zu kommen. Fehler, wie sie etwa Präsident Trump durch seine nationalistische Industriepolitik macht, können ausgenutzt werden, etwa durch einen Ausbau deutsch-chinesischer Zusammenarbeit. Hier kommen komplementäre Kompetenzen zusammen und die größten industriellen Marktpotenziale, denn beide Nationen sind vor allem im B2B-Bereich stark. Machen wir uns nicht zu klein: Deutschland ist nicht nur Exportweltmeister sondern auch weltweit technologisch führend im Industrie- und Anlagenbau, also der Haupt-Domäne für B2B. Trump wird sich noch umsehen, wo er bleibt mit seiner Förderung marginalisierter alter Industriezweige oder in einer Partnerschaft mit einer so schwachen Nation wie Russland.

Wir stehen nicht am Anfang der Digitalisierung – der liegt fast 80 Jahre zurück. Wir befinden uns vielmehr in der Phase des steilsten Anstieges. Das entspricht einer S-förmigen Erfahrungskurve technologischer Entwicklungen: bei der eine lange Anfangsphase ohne große Leistungssteigerungen vorweg läuft, gefolgt von immer stärkerer Steigerung, die dann am einen Wendepunkt kommt und in ihrer Steigung langsam abnimmt um dann auszulaufen und einer neuen Entwicklung Platz zu machen. Wir leben in der Phase der allumfassenden Digitalisierung. Dabei blicken wir nur etwa 30 Jahre voraus, ohne genau zu wissen, was wann kommt. So wird etwa der Einsatz der Chemo-elektrischen Brennstoffzelle für den Straßenverkehr seit ,zig Jahren immer in einer Zukunft von 30 Jahren gesehen. Bei der Kernfusion, der „finalen Lösung“ für umweltfreundliche Energiegewinnung haben wir noch gar keine Vorstellungen, wann und ob ihr wirtschaftlicher Einsatz kommt.

Was kennzeichnet unsere aktuelle Phase am stärksten? Ich meine, es sind die sogenannten Cyber-physischen Systeme, oder auch CPS genannt, die es als autonome Fertigungsinseln, angebunden an die zentrale IT einer Fabrik auch schon seit geraumer Zeit gibt. In den 90er Jahren wurde dazu der Begriff der „fraktalen Fabrik“ geprägt. Die Fabrik besteht dabei aus dezentralen Strukturen mit kleinen Regelkreisen für intensive Kommunikation zwischen den Subsystemen der Fabrik. Die Fraktale sind dabei autonome, dynamische Gebilde, die nach dem Prinzip der Selbstorganisation und Selbstoptimierung als eigenständige Unternehmenseinheiten agieren. Das Neue bei den CPS ist durch die Möglichkeit von Big Data & Analytics

sowie durch die direkten Uplinks in die weltweiten Server-Farmen, der sogenannten Cloud, gegeben. Cyber-physische Systeme sind die Grundelemente des Internet of Everything. Im Fabrik-Kontext können dies sowohl einzelne Fertigungs-Einrichtungen sein, die ihre Anweisungen aus der Cloud beziehen, oder auch Werkstücke sowie in der Produktion befindliche Systeme, wie etwa das Chassis eines Elektroautos, das sich in der Fabrik der Zukunft selbständig von Fertigungsstation zu Fertigungsstation bewegt und dessen Produktionsbedürfnisse in der Cloud hinterlegt sind. Auch das fertige Auto, das mithilfe von Cloud-basierten Daten und Anwendungen autonom fährt, ist ein Cyber-physisches System.

Neben dem Uplink zur Cloud ist das CPS durch 3 weitere Eigenschaften gekennzeichnet:

- durch Aktorik, also zum Beispiel der Bewegung von Roboterarmen oder das Fahren des CPS
- der Sensorik, also etwa der Nah-Orientierung
- sowie durch die Energieversorgung.

Selbst der Fabrikarbeiter kann in das Netz der CPS eingebunden sein, etwa durch eine Datenbrille, die ihm den nächsten Arbeitsschritt zeigt und die Sensor-bestückten Handschuhe, die seine Handgriffe verifizieren und dokumentieren.

Vor dem Hintergrund dieser Möglichkeiten stellen sich die Fragen: wo steht die deutsche Industriegesellschaft im heutigen globalen Kontext? Machen wir genug? Sind wir schnell genug? Setzen wir auf die richtigen Pferde?

Zunächst ist festzuhalten, dass wir in einer Multi-zentralen Welt leben. Das einfache Bild der Triade aus Europa-Asien und Amerika, die aus kontinentalen Fabriken, idealerweise aus „World Scale Factories“ bedient werden können, ist überholt. Neben den Chinesen und Amerikanern haben wir zahlreiche high Tech-Spieler zu beobachten, viele mit gleichlaufenden Ambitionen zum Aufbau und Erschießung der „Industrial Internet of Things“. Zu nennen sind hier vor allem die Japaner, die Koreaner und letztlich die Herausforderungen eines heterogenen Europas. Was sind nun die Eckpunkte der neuen Entwicklung? Was heißt das für die Gesellschaft?

Seit den 50er Jahren dringt die Digitalisierung forciert in alle Bereiche des Lebens vor. Die Mikroelektronik war dafür der Haupt-Rohstoff. Big Data löst Öl als Treiber der Wirtschaft ab. Elektrizität spielt nicht mehr nur eine Rolle für den Energietransport sondern wird zunehmend ein Träger der Primärenergie, gespeist durch regenerative Energien aus Wind, Wasser und Sonne, woanders auch noch aus der Kernkraft. Allein China wird bis 2030 80 neue Kernkraftwerke in Betrieb nehmen. Das Internet selber wird zum großen Energieverbraucher: für 1x klicken kann man eine Tasse Tee erwärmen; die heutigen Rechenzentren und Serverfarmen verbrauchen weltweit 30 GW an Strom - so viel Energie wie der gesamte weltweite Luftverkehr. „Das Internet ist der wahre Klimakiller“.

Wir erleben derzeit eine Hype an Neugründungen: Doch: nur 10 % der Venture-Unternehmen werden die 5-Jahres-Phase nach der Gründung überleben. Möglicherweise wird nur 1% nachhaltig Bestand haben. Es gibt vielfach übertriebene und unrealistische Erwartungen an Technologien. Solche Hypes hat es in der

Geschichte vielfach gegeben, etwa in der Tulpenzwiebel-Manie in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, in der Blumen zum Spekulationsobjekt wurden.

Kommen wir aber zu den anstehenden **technischen Entwicklungsschüben** der Industrie 4.0 zurück. Lassen Sie mich 5 Punkte herausgreifen:

1. **Künstliche Intelligenz** wird zum Konkurrenten für das menschliche Gehirn
2. Mithilfe von **Advanced Analytics** werden handlungsrelevante Erkenntnisse geliefert. Dies ermöglicht Neuausrichtungen von Unternehmen mit besserer Funktionalität für die Kunden und verbesserten Produkten.
3. Kollaborative Roboter („Cobots“) werden Hand in Hand mit Menschen im Verkehr, in Fabriken, Krankenhäusern und Läden arbeiten
4. Roboter werden bald in der Lage sein, in **Schwärmen** zu funktionieren. Damit werden auch neue Einsatzfelder eröffnet, etwa in der Landwirtschaft und bei Rettungsmissionen
5. **Technologiewechsel** führt in der Elektroindustrie und Elektronik zu weniger komplexen Fertigungen, etwa weitere Integration auf Schaltkreisen: Integration von Mikroelektronik, Leistungselektronik, Mikromechanik, Sensorik, Aktorik, Mikrochemie

Das zwingt uns, über neue Formen der Arbeit und über eine Umverteilung von Wohlstand nachzudenken. Das bedingungslose Grundeinkommen könnte eine von vielen Lösungen sein. Zu Recht werden derzeit Versuche dazu in kleinem Maßstab in Skandinavien durchgeführt, denn wer weiß schon wie sich der Mensch in dieser Umgebung verhält, geschweige denn wie die gesellschaftlichen und die volks- und weltwirtschaftlichen Folgen aussehen.

Wie gezeigt wurde, befinden wir uns bei der Digitalisierung nicht am Anfang sondern in einer seit über 8 Dekaden laufenden Entwicklung, die immer wieder von Diskontinuitäten gekennzeichnet ist. Disruption ist das Modewort – und doch handelt es sich nicht um schlagartige Änderungen sondern um Entwicklungen, die sich lange anbahnen, zu einem Veränderungsstau führen und die sich dann schlagartig entladen, wobei niemand genau vorhersehen kann, wann die Entladung stattfindet. Bei jedem Technologiewechsel ist dabei ist zu beobachten, dass noch erhebliches Verbesserungspotenzial bei herkömmlichen Technologien besteht, sodass zu deren Verteidigung noch kräftig investiert wird. Dies führt regelmäßig dazu, dass die Perspektiven für neue Technologien in der Breite der Industrien unterschätzt werden und dass sich der Umbruch und der Wechsel zu neuen Technologien verzögert.

Deshalb ist an dieser Stelle eine Schicht tiefer zu bohren: was sind die Aufsetzpunkte der industriellen Entwicklung?

Das industrielle Prozessmanagement ist heute vorwiegend linear geprägt, ablesbar an Fertigungsstraßen mit Fertigungsstationen, an denen Roboter und Menschen kooperativ tätig sind. Der Takt wurde durch den Arbeitsschritt mit dem größten Zeitbedarf bestimmt. In der Managementlehre und in der Unternehmensführung spiegelt sich dies durch Abbildung von Geschäftsprozessen: dem Versorgungsprozess (Supply Chain Management), dem Kunden-Betreuungsprozess (Customer Relationship Management) und dem Produkt-Bereitstellungsprozess

(Product Lifecycle Management). Dem hinterliegt ein stetiger Wettbewerb zur Verschlinkung von Fertigung und Verwaltung. „Kai-zen“ ist das Stichwort, übersetzt mit „ewige Verbesserung“. Wir kennen das auch als „Lean Management“. Dem liegt die rationale Betrachtung aller Handgriffe zugrunde, die Minimierung von Wartezeiten, Lagerhaltungen und Kapitalkosten. Daneben gab es schon immer netzwerkartige Strukturen, wie etwa Werkstatt-Fertigungen. Die zunehmende Durchdringung von Informationstechnologie, Verfolgung und Ansteuerung einzelner Werkstücke macht es möglich, hohe Variantenvielfalt „einzubauen“ – was letztlich zum kundenspezifischen Produkt führt, etwa ablesbar am „individuellen“ Auto. Größeneffekte bestimmten letztlich die Wirtschaftlichkeit: je größer die Fertigung desto wirtschaftlicher. Die Hardware-orientierte „World Scale Factory“ war in der herkömmlichen Industrie das Endziel.

Daneben haben sich einzelne Verfahren, Branchen, oder Konzepte als Vorboten einer neuen Industriegeneration herausgeschält, Vorreiter der „Industrie 4.0“. Dazu gehört das vielgenannte 3-D-Drucken, also ein Aufbauverfahren anstelle von Gußverfahren oder dem Abtragen von Materialein wie etwa durch Fräsen. 3-D-Drucken gibt es als „Aufbauschweißen“ bereits seit den 80er Jahren, das sich anbot zur Herstellung von Werkstücken aus Stahl. Ein großer Schritt in der Fertigung ist der Sprung vom „realen“ physischen Produkt zum „virtuellen“ Produkt, bestehend aus Software oder Software-Abbildungen. Auch dies ist nicht vollkommen Neues. Realisiert ist dies bereits in der Musikindustrie, bei der bekanntlich das Zeitalter des „physischen“ Produktes in Form Schallplatte, CD oder DVD vorbei ist und jegliche Musikstücke gegen Bezahlung heruntergeladen werden können. Damit ist dies ein Software-Geschäft geworden, das allein über das Worldwide Web ablaufen kann.

Was ist nun anders in einer hypothetischen voll realisierten Welt einer „Industrie 4.0“? Was sind die Treiber?

Hier kommen zahlreiche Faktoren zusammen, die gemeinsam große Schübe hervorrufen werden. Die exponentielle Steigerung der Leistungsfähigkeit und Verdichtung in der Mikroelektronik führt zu sprunghaften Entwicklungen bei der Datenverarbeitung, und Kommunikationstechnik. Zusammengefasst ist dies in den heute vielfach verwendeten Schlagwörtern wie „Big Data & Analytics“ und „Künstliche Intelligenz“. In Verbindung mit den Strukturen und Potenzialen der weltweiten Vernetzung, insbesondere des Internets ergibt sich die Möglichkeit zu fast unbegrenzter Kapazität an Datenspeicherung und Datenzugriffen auf weltweit verteilte Server-Farmen, der sogenannten „Cloud“.

Big Data ermöglicht dabei die Virtualisierung aller Produkte. Das ermöglicht die „Versendung“ aller Produkte weltweit als „Software-Pakete. In der Folge wird dezentrale, weltweit verteilte und lokalisierte Fertigung möglich, insbesondere durch 3-D-Drucken, das durch eine anwachsende Vielfalt von Materialien eine breite Basis industrieller Anwendungen gefunden hat. Selbst die Fertigung künstlicher Organe und künstlicher Zellstrukturen ist durch 3-D-Drucken in die Umsetzungsphase gerückt. Dieses Verfahren ist nicht nur für „Losgröße 1“ geeignet sondern wird heute bereits für Serienfertigungen bis in 1.000er Stückzahlen eingesetzt, etwa für Turbinenschaufeln. Das verändert die weltweite Verteilung der Wertschöpfung:

Dezentralisierung ist angesagt, lokale smart Factories anstelle und in Konkurrenz zum bisherigen Mantra der „World Scale Factories“.

Dennoch wird es Bremsseffekte geben, deren Wirkung noch einzurechnen ist. Dazu gehört die IT-Sicherheit. Angesichts der erfolgreichen Hackerangriffe auf die heutige Industrie kann man nur erahnen, wie sicher oder unsicher die Übermittlung von virtuellen Produkten in Zukunft sein wird und welcher dramatischer Schaden entsteht, wenn Software-Modelle verfälscht oder „virtuell“ geraubt werden. Die Furcht davor wird die Penetration im Markt massiv verzögern oder verhindern. Dies ist ein entscheidender Grund, weshalb Vorhersagen über die Durchsetzung von Industrie 4.0-Technologien so schwer sind.

Durch die Virtualisierung werden die Entwicklungszeiten jedoch dramatisch verkürzt. Dies ist nicht nur ein Ergebnis von Big Data sondern auch von Analytics. Die damit einhergehende Zentralisierung der Daten und Analytics führen zu einer Standardisierung von Prozessen, mit starken Einspareffekten (gesprochen wird von 30 bis 40%)

Die „lineare“ Fließbandfertigung, die sich nach dem langsamsten Takt ausrichtet, wird ersetzt durch eine Netzwerk-Fertigung, mit zentraler Steuerung, in der die „Übersetzung“ in alle erforderlichen Maschinen-Sprachen hinterlegt ist. Dies findet in der Cloud statt

Big Data Analytics führt aber zu intelligenter und multipler Sensorik, die es ermöglicht, Fehler und Schäden vorherzusagen: damit wird „gezielte vorbeugende Wartung“ zum Standard. Dadurch kann etwa Fehlverhalten für Roboter prognostiziert werden. Die Roboter können einen Ersatz herbeirufen und sich automatisch aus dem Fertigungs-Netzwerk herausziehen.

Insgesamt sind bessere Ressourcenausnutzung, Energie- und Materialeinsparung, umweltschonendere Verfahren zu erwarten. Dies könnte Rückwirkungen auf die ganze Wettbewerbslandschaft haben.

Welche Geschäftsmodelle leiten sich daraus ab?

Bisher dominiert die konsekutive Denkweise: Lieferanten, Hersteller, Händler und Endkunden und Recycler reichen sich Schritt für Schritt die Produkte weiter. Die Zukunft wird aber durch sogenannte Öko-Systeme geprägt: d.h. Netzwerke verschiedenster Partner

- Der **Haupt-Hersteller (OEM)** arbeitet im Extremfall nur noch als „Business Integrator“. Er besitzt die Marke, Netzwerke und den größten Teil des Produkt-Designs. Er hat dann im Idealfall keine eigenen Fabriken mehr.
- Der **OEM** arbeitet mit **Konkurrenten** in spezifischen Bereichen zusammen z.B. für Sektor-spezifische Plattformen, gemeinsame Produkt-Entwicklung. Man spricht hier von „Coopetition“
- Es findet gemeinsames Engineering mit Lieferanten und spezialisierten **Ingenieurfirmen** statt, unterstützt durch Cloud-basiertes Lebenszyklus-Management der Produkte und ausführende CAD-Systeme
- Der Trend wird zunehmen, die **Logistik** und den **Transport** auszulagern und durch Zusatzleistungen wie Montage und Dokumentation anzureichern



- **Lieferantenmanagement** und **Supply Chain Risk Management** werden als Outsourcing-Services angeboten, basierend auf Realtime-Information in der Cloud über Lieferanten-Performance und Risiken für die Versorgungskette
- **Neue Dienstleister** entstehen, so kann etwa die Supply Chain Planung outgesourct werden, basierend auf Planungssystemen in der Cloud. Dies kann den Informations- und Materialfluss im gesamten Netzwerk definieren, basierend auf einem synchronisierten Plan für das ganze Netzwerk
- Sogenannte **Konnektoren** (Connectors) bieten Plattformen an, die dem OEM Zugang zu Kunden geben, die er allein nicht erreichen könnte, sowie zu zusätzlichen Produkten und Diensten. Im Falle starker Connectors, die die Mehrheit eines Ecosystems dominieren, werden diese als „Gatekeeper“ bezeichnet. Die Kunden sehen diese oft als „Eigentümer“ des Ecosystems an.
- Die Versorgungsketten im B2C-Geschäft werden durch Informationen aus dem **Einzelhandel** und von Konsumenten gesteuert: dem treuen Kunden werden „persönliche“ Preise angeboten.
- Analog findet dies im B2B-Geschäft statt, um einen Versorgungsplan für das gesamte Netzwerk aufzustellen

Mit welchen **gesellschaftlichen Herausforderungen** werden wir konfrontiert?

- **Einfache Arbeiten** übernehmen Roboter beziehungsweise autonome Steuerungen. Der Mensch wird von Routinearbeiten entlastet
- Im **Automobilbereich** rechnen die Hersteller mit rund 30% weniger Mitarbeitern, wenn sich die Elektromobilität durchsetzt. Der elektrische Antriebsstrang hat um Faktor 10 weniger Komponenten als der mechanische Antriebsstrang samt Verbrennungsmotor. Hier geht es in Deutschland um minus 400.000 Mitarbeiter
- Dem steht ein steigender Bedarf an **hochqualifizierten Jobs** entgegen, etwa Informatiker, bei denen wir die Nachfrage schon jetzt nicht decken können
- Big Data, Analytics und künstliche Intelligenz führen auch in **Büro, Verwaltung und geistiger Arbeit** zur Automatisierung, etwa durch Text- und Sinn-Erkennung. Hier stehen wir erst ganz am Anfang.
- So finden in **hochqualifizierten Büroberufen** gewaltige Umwälzungen statt. Anwälte und Wirtschaftsprüfer werden zum Beispiel einen Großteil ihrer Routinearbeiten los, etwa bei der Unternehmensprüfung, bei der serielle Arbeiten wie der Abgleich und das Saldieren von Verträgen vom Computer übernommen werden können. Der Mensch kann seine Tätigkeit auf die Prüfung komplexer Sachverhalte und ideenreicher Lösungen konzentrieren
- Kaum ein Bereich der **Fertigungsindustrie und des Dienstleistungssektors** bleibt von Umwälzungen in der Arbeitswelt verschont
- Es wurde bereits gesagt, dass durch die Virtualisierung von Produkten die **Forschung und Entwicklung** um Faktoren beschleunigt wird. Das führt zu entsprechend weniger Routine-Arbeitsplätzen, aber zu mehr hochwertigen Arbeiten
- Roboter können jetzt bereits für **befristete Tätigkeiten** eingesetzt werden, Arbeiten wie Verpacken, Produkte sortieren oder Qualitätskontrolle. Nun aber gibt es mit *Smart Robotics* die erste Leiharbeitsfirma für Roboter- mit dem

erklärten Ziel. Menschen in dieser Branche zu ersetzen. Smart Robotics verleiht rekonfigurierbare Roboter auf Ad-hoc-Basis und nimmt sie nach getaner Arbeit wieder zurück.

- Laut mehrerer übereinstimmender Studien könnten bis 2030 bis zu 40% der **aktuellen Jobs** durch Maschinen ersetzt werden
- In Regionen mit einer großen Niedriglohn-Fertigungsbranche wie Asien könnte die KI-gestützte Automatisierung noch gravierendere Folgen haben. Dort sind einer Studie der UBS zufolge in den nächsten 20 Jahren **50 Millionen Arbeitsplätze in Gefahr**. Die Hauptlast mit 15 Millionen wird China tragen

Zugegeben: manches ist noch Zukunftsmusik und es gibt zahlreiche offene Fragen

- Die Umsetzung der Virtualisierung von Produkten und Prozessen ist davon abhängig, ob das Problem der Cyber Security beherrschbar ist. Das Hacken und die Piraterie von virtuellen Produkten stellen ein enormes Risikopotenzial dar, das die Implementierung letztlich stark verlangsamen oder sogar begrenzen könnte. Wie schützen wir die virtuellen Produkte, die über das World Wide Web geschickt werden und in der Cloud abgelegt werden, vor Hackerangriffen, unlizenzierte Kopien und gegen Schädigung / Zerstörung?
- Ist der dramatische historische Bruch wirklich zu erwarten? In der Geschichte hat jede technologische Revolution zu mehr Beschäftigung geführt. Nach den jetzigen Erkenntnissen müsste dies jetzt anders sein
- Nach Worten des Wissenschaftsmagazins *Nature* bedeutet der Mangel an Daten darüber, wie sich Künstliche Intelligenz auf die Jobs der Zukunft auswirken wird, einen „Blindflug“ der Regierungen in der aktuellen industriellen Revolution
- Wie werden wir die zu erwartenden sozialen Herausforderungen durch den Fortfall einfacherer Arbeiten bewältigen?
- Wie können wir den massiv steigenden Bedarf an hochwertigen Arbeitskräften decken, etwa IT-Kräfte, wenn wir ihn nicht mal heute decken können?
- Welches sind denn wirtschaftlich-soziale Modelle mit denen dies bewältigt werden kann? – ist denn das bedingungslose Grundeinkommen belastbar? Wer zahlt denn die zur Finanzierung notwendigen Steuern? Muss es eine Lohnsteuer für Roboter, für künstliche Wesen geben?
- Führen die Virtualisierung der Produkte, die steigende Arbeitsteiligkeit, die neuen Wirtschaftsformen zur Auflösung der klassischen Unternehmensgrenzen?
- Führt dies für jeden Einzelnen zum regelmäßigen Wechsel des Arbeitsplatzes?
- Brauchen wir die Alten? Ist lebenslanges Arbeiten angesagt? Darf jeder so lange arbeiten wie er will?
- Wie verändert sich die Zusammenarbeit und Arbeitsteiligkeit der Völker untereinander? Führt die Dezentralisierung, die Lokalisierung, die Losgröße 1, die Personalisierung der Produkte zu einer Intensivierung der internationalen Arbeitsteiligkeit?

Die Beispiele zeigen, dass die Zukunft bereits begonnen hat und die Potenziale und Herausforderungen sind gewaltig.

## **Abschließend 10 Thesen:**

1. Wir befinden uns im größten Wandel, den die Wirtschaft in der Geschichte je erlebt hat
2. Jedes Unternehmen, jede Wertschöpfungsstufe, jeder Bürger ist von der 4. Industriellen Revolution betroffen
3. Es gilt vor allem, den Amerikanern mit schlüssigen Geschäftsmodellen und den Chinesen mit Innovationen und echter High Tech entgegen zu treten
4. Wir haben gute Ausgangspositionen: Deutschland ist weltweit führend im Maschinen- und Anlagenbau, wir haben führende Positionen im Automobilbau, starke Positionen im Medizin- und Pharmabereich und sind Export-Weltmeister
5. Ob wir unsere Positionen halten können ist abhängig davon ob wir uns in einer „Welt-Gesellschaft 4.0“ durchsetzen können. Dies ist bestandsentscheidend für den Standort Deutschland.
6. Es gilt für jede Branche ein anderer Taktschlag, für jedes Unternehmen eine andere Lösung. Jedes Unternehmen muss sich aber hier und jetzt für Industrie 4.0 die Karten legen
7. Deutschland braucht offene Märkte, wir brauchen Offenheit für Investitionen aus dem Ausland, auch für chinesische Übernahmen deutscher Firmen, wenn Chinesen in der Lage sind, diesen einen besseren Weltmarkt-Zugang zu verschaffen als wenn diese Unternehmen allein in deutscher Hand liegen.
8. Erfolgsentscheidend ist, dass der Mittelstand einige Gänge höher schaltet (und die jetzige 30%ige Implementierungsrate von Industrie 4.0 nach oben schraubt)
9. Jede Altersklasse ist betroffen: nach dem Life long Learning kommt der Life long Leistungsbeitrag, auch für Rentner: deren Lebenserfahrung ist gefragt, wir können uns ein standardisiertes Ausscheiden par force majeure nicht mehr leisten.
10. Und das bedeutet für jeden, der in diesem Saal sitzt, sich als Treiber der Bewegung zu verstehen. Wir brauchen eine von der gesamten Gesellschaft getragene „Industrielle Revolution“