

Frank Hartmann / Veit Hartmann

1.1 Digitalisierung und Industrie 4.0

Die Digitalisierung ist ein wesentlicher Enabler für gesellschaftliche Transformationsprozesse. Sie ermöglicht eine Vielzahl neuer Lösungsansätze und Anwendungen, treibt gleichzeitig die gesellschaftliche Entwicklung voran und produziert vielfältige Folgen, intendierte wie nicht intendierte. Sie ist mit anderen sozioökonomischen Entwicklungen wie dem demografischen Wandel oder der Transformation von Energieversorgungssystemen verschränkt und beschleunigt Globalisierung und Wettbewerb. Die Digitalisierung geht mit veränderten Märkten, Institutionen, Akteurskonstellationen und Regelwerken einher (Revermann 2016). Sie eröffnet Chancen und birgt Risiken für den Einzelnen, für ganze Gruppen und Organisationen. Diese Wirkmächtigkeit - in der Tiefe und Breite - sowie die Einbettung auch in soziokulturelle Kontexte begründen eine Diskussion um die Digitalisierung, die komplex, anspruchsvoll und divergent ist. Die antizipierten Entwicklungen und erwartete Folgen sind oftmals durch hohe Ungewissheit charakterisiert.

In Deutschland steht das Thema Digitalisierung seit vielen Jahren auf der Tagesordnung von Wirtschaft, Politik und Wissenschaft, wobei sich Industrie 4.0 als ein spezieller und wichtiger Digitalisierungspfad herauskristallisiert hat, der auf die Modernisierung des vorhandenen Produktionsregimes gerichtet ist (Geels und Schot 2007). Dieser Pfad ist durch den Trend zur Individualisierung, durch das Streben nach Flexibilisierung und Rationalisierung der Produktion getrieben und artikuliert sich oft im Schlagwort „Losgröße 1“. Im Zusammenhang mit der Digitalisierung wurden nationale Strategien und Agenden erarbeitet (z. B. Weißbuch Arbeit 4.0 des BMAS oder Digitalisierungsstrategie 2025 des BMWi), entsprechende Projekte werden gefördert (z. B. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren). Dennoch gibt es im Zusammenhang mit der Digitalisierung nach wie vor auf zentrale Fragen nur ungenügende bzw. sehr unterschiedlich ausfallende Antworten. Dabei fokussiert ein Fragenkomplex das Themenfeld Wirtschaft, verbunden mit einer Einschätzung des Standes der Digitalisierung in der Wirtschaft generell und insbesondere den Weg zu einer Industrie 4.0. Der andere Fragenkomplex stellt das Thema möglicher Folgen der Digitalisierung für die Wirtschaft und Arbeit der Zukunft in den Mittelpunkt, auch hier wieder häufig vor dem Hintergrund einer „Modernisierung der Industrie“. Dabei werden skeptische Auffassungen ebenso vertreten wie optimistische. Für eine skeptische Auffassung mag beispielhaft das folgende Zitat stehen: „Machen wir uns keine Illusionen:

Wie jede Industriearbeitswelle wird auch Industrie 4.0 langfristig Arbeitsplätze vernichten. Es sind Erfahrungsberufe wie Facharbeiter oder Meister, die durch Maschinen ersetzt werden – und in aller Konsequenz auch das mittlere Management. Denn Expertenwissen, praktische Erfahrung und operative Entscheidungsfähigkeiten sind künftig in die Systemlogiken selbst eingebettet“. (Neef 2014: 50).

In dieser kurzen Einführung gehen die Autoren zunächst dem ersten Fragenkomplex nach, dessen Behandlung wiederum für den zweiten Fragenkomplex von erheblicher Relevanz ist. Dabei möchten wir zunächst Phasen der Digitalisierung und Industrie 4.0 in der deutschen Diskussion stichpunktartig nachzeichnen und offene Diskussionspunkte markieren. Im Anschluss daran lenken wir die Perspektive auf neue Wertschöpfungsstrukturen infolge der Digitalisierung und damit verbundene Herausforderungen.

Industrie 4.0 als Initiative von Großindustrie und Politik

Die Diskussion um die Digitalisierung nahm ihren Aufschwung in Deutschland mit der gemeinsamen Initiative von Großindustrie und Politik, das Thema Industrie 4.0 voranzutreiben (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013). Das Ziel der Initiative bestand besonders darin, die Digitalisierung stärker zu nutzen, um den Industriestandort Deutschland und dessen Exportfähigkeit weiter zu stärken. Gute Ausgangsbedingungen für dieses Vorhaben wurden dabei im Maschinen- und Anlagenbau und in der Elektrotechnik gesehen. Als Gründe für eine erfolgreiche Digitalisierung wurden der Grad der Flexibilisierung der Produktion, die Lernfähigkeit im Prozess sowie der Komplexitätsgrad von Produktionsprozessen in bestimmten High-Tech-Branchen, wie etwa dem Maschinenbau oder der Automobilindustrie, herausgearbeitet (Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft et al. 2013, Bauernhansl et al. 2014, Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013). Kombiniert mit einem im internationalen Vergleich vorteilhaften dualen Ausbildungssystem, das praktische Tätigkeiten mit theoretischen Lehrinhalten verbindet und damit passfähig zu Anforderungen aus der Industrie 4.0 ist, ging man von einer hohen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie aus.

Daran anknüpfend wurde ein relativ umfassendes Konzept und Verständnis zu Industrie 4.0 entwickelt und propagiert, wobei „...der Begriff Industrie 4.0 ... für

die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten“ steht. „Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen. Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbstorganisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen“ (Bauernhansl et al. 2014: 1).

Die Diskussion war deutlich zukunftsorientiert und auf die Großindustrie sowie bestimmte Leitbranchen wie beispielsweise Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Maschinenbau fokussiert. Nicht zuletzt deshalb wurde und wird Industrie 4.0 immer noch häufig als eine Vision bezeichnet. Andere Autoren haben sich vom Begriff der Vision verabschiedet und Industrie 4.0 als industrielles Ökosystem bezeichnet (Neef 2014: 50).

Weiterung der Perspektive auf Smart Services

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass sich die Perspektive auf Industrie 4.0 relativ schnell geweitet hat, z. B. um das Thema Smart Services. Konzentriert kommt dies in der Vision Smart Service Welt zum Ausdruck, die unmittelbar auf der Vision Industrie 4.0 aufsetzt, aber auch andere Anwendungsbereiche wie etwa Landwirtschaft und Landtechnik (Stichwort hier ist z. B. Farming 4.0 bei der Fa. Claas) oder Gesundheitsversorgung im Blick hat (acatech 2015). Dabei geht man von der Annahme aus, dass die Entwicklung von Smart Services auf unterschiedlichen Schichten digitaler Infrastrukturen basiert (acatech 2015). Aufbauend auf den digitalen Basisstrukturen wie den Breitbandnetzen entstehen vernetzte physische Plattformen über die Vernetzung von Smart Products (etwa Maschinen mit der Fähigkeit selbst zu agieren und deren Abbilder). Daten, die durch Vernetzung auf diesen Plattformen entstehen, werden auf einer höheren Ebene, den Software-definierten Plattformen, zusammengeführt und weiterverarbeitet und stehen verschiedenen Serviceentwicklern und –anbietern zur Verfügung. Sie bilden die technologische Integrations-schicht für heterogene physische Systeme und Dienste. Auf der Ebene der Serviceplattformen schließlich werden die Daten systematisch zu Smart Services veredelt. Als betriebswirtschaftliche Integrationsschicht bilden die Serviceplattformen den Rahmen für weitgehend automatisch ablaufende, rechtssichere Kollaborationen der

Akteure, den Austausch von Wissen und den Handel von Gütern, Dienstleistungen und Daten (acatech 2015: 7). Nach Auffassung von acatech sind es diese Software-definierten Plattformen und die Serviceplattformen, die über den Erfolg im internationalen Wettbewerb entscheiden. Wer die Serviceplattformen kontrolliert, kontrolliert die Wertschöpfungsketten, z. B. als Intermediär (acatech 2015: 8).

Weiterung der Sicht auf den Mittelstand

Thema einer zweiten Diskussionswelle sowie damit verbundener Initiativen bildete die Rolle von Digitalisierung und Industrie 4.0 für den breiten Mittelstand. Die Diskussion wurde analytisch vorbereitet; markanter Punkt hierbei war die Vorstellung der Studie „Mittelstand Digital“ im Sommer des Jahres 2015 durch das Beratungsunternehmen agiplan in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML und ZENIT im Auftrag des BMWi. Die Studie thematisiert die Erschließung des Potenzials der Industrie 4.0 für den breiten Mittelstand (Bischoff et al. 2015). In ihr wurden wichtige Technologien für Industrie 4.0 herausgearbeitet und deren Reifestand eingeschätzt. Dies betrifft Technologien aus den Bereichen

- Kommunikation,
- Sensorik,
- Eingebettete Systeme,
- Mensch-Maschine-Schnittstelle,
- Software/System-Technik,
- Standards und Normung sowie
- Aktorik (Bischoff et al. 2015: 18f).

Das generelle Ergebnis der Analyse bestand darin, dass sich viele dieser Technologien noch in Forschungs- und Entwicklungsphasen bzw. der Evaluierung, einige wenige bereits in der Implementierungsphase befinden (Bischoff et al. 2015: 24).

Unter dem Gesichtspunkt der Anwendung dieser Technologien durch Unternehmen aus dem Mittelstand wurden darüber hinaus Funktionsbereiche identifiziert, Chancen und Risiken betrachtet sowie Defizite beschrieben. Dies betrifft die Funktionsbereiche

- Datenerfassung und -verarbeitung,
- Assistenzsysteme,
- Vernetzung und Integration,
- Serviceorientierung und Selbstorganisation (Bischoff et al. 2015: 64).

Die Defizitanalyse beschreibt letztlich den Stand des Mittelstandes auf dem Weg hin zu Industrie 4.0. Nach Einschätzung der Autoren dieser Studie sind die Mittelstandsunternehmen am weitesten im Funktionsbereich der Datenerfassung und –verarbeitung, wobei die Wichtigkeit der Daten für ihre Geschäftsmodelle von den meisten kleinen und mittleren Unternehmen jedoch noch nicht erkannt ist. Der Weg setzt sich fort über technische Assistenzsysteme, wobei dem Mittelstand ein

niedriger Umsetzungsgrad und Nichterkennen des Potenzials dieser Assistenzsysteme bescheinigt wird. Auch im Bereich der Vernetzung und Integration, sowohl vertikal als auch horizontal, wird von einem niedrigen bis sehr niedrigen Niveau ausgegangen, insbesondere zwischen mittelständischen Unternehmen. Die Möglichkeiten flexibler Vernetzung würden nicht genutzt, Ausnahme bildeten Mittelständler, die als Lieferanten der Großindustrie fungieren (Bischoff et al. 2015: 107). Auch Dezentralisierung und Serviceorientierung seien so gut wie nicht ausgeprägt, mit Ausnahme bei Anlagenbauern. After Sales würde meist noch mit dem Angebot von Ersatzteilen gleichgesetzt. Schließlich seien Ansätze zur Selbstorganisation und Autonomie, als zentrale Elemente der Vision Industrie 4.0, nur ansatzweise erkennbar und nur partiell für Mittelständler nutzbar. Anwendungen in horizontaler Richtung seien ebenfalls kaum vorhanden. Zusammengefasst zeichnet sich ein langer, komplizierter und differenzierter Weg in Richtung Industrie 4.0 ab (Bischoff et al. 2015: 134).

Das Beratungsunternehmen McKinsey fokussiert in seiner Studie zu Industrie 4.0 auf die folgenden vier Cluster disruptiver Technologien (McKinsey und Company 2015: 11):

- Data, computational power, connectivity,
- Analytics and intelligence,
- Human-machine interaction,
- Digital-to-physical conversions.

Entsprechend der zukünftigen Nachfragespezifik unterscheidet McKinsey drei Archetypen zukünftiger Fabriken:

- Smart automated plants für die Herstellung von Massenprodukten zu niedrigen Kosten, vollständig automatisiert und digitalisiert z. B. i3 Fabrik von BMW in Leipzig
- Customer-centric plants für Trend Märkte, mit hoch kundenspezifischer Produktion und
- E-plant in a box, für Nischen – und Remote Märkte, small scale, mobile, begrenzte Anzahl von Produkten an neuen Orten, z. B. KuBio manufacturing (eine flexible Bio-Fabrik, die konfigurierbare Produktionslinien einschließt, um die Effizienz des Betriebes zu erhöhen und die erforderliche Infrastruktur zu minimieren).

Auch Schuh et al. sehen die Digitalisierung der Unternehmen als notwendige Voraussetzung dafür, dass sie sich erfolgreich auf den Weg zu Industrie 4.0 begeben (2016) und bezeichnen diesen als Transformation. Nach Auffassung dieser Autoren beginnt die Transformation mit der Sichtbarmachung erfolgskritischer Faktoren durch entsprechend digital aufbereitete Informationen und resultiert im sogenannten digitalen Schatten eines Unternehmens (Schuh et al. 2016: 44). Dieser wird als Voraussetzung für das Verstehen der Wirkungszusammenhänge in Unternehmensabläufen gesehen, als zwei-

te Stufe (Transparenz). Der schließt sich die Prognose möglicher Abläufe und zukünftiger Anforderungen an, auf deren Basis adäquate Reaktionen flexibel geplant werden können. Im Idealfall führt dies zur Selbstoptimierung des Produktionssystems.

Auch wir gehen davon aus, dass sich anknüpfend an die Beschreibung eines ausdifferenzierten stufenförmigen Transformationsprozesses hin zu Industrie 4.0 begründet verschiedene Maßnahmen ableiten und Unterstützungsangebote formulieren ließen. Allerdings zeigen die bisherigen Beispiele, dass noch kein einheitliches Verständnis der Prozessphasen besteht. Sie sind überwiegend generisch beschrieben und daher wenig operationalisierbar. Andererseits vermuten wir, dass sehr differenzierte Wege möglich und notwendig sind, in Abhängigkeit von der Stellung der Unternehmen in Wertschöpfungs-systemen, der Branchenzugehörigkeit, ihrer Größe, ihrer Innovationskompetenz usw.

Nachdem verschiedene Untersuchungen und Ansätze in hohem Maße auf Branchen wie den Maschinenbau, die Elektroindustrie oder die Automatisierungstechnik orientiert waren (Spath et al. 2013, McKinsey und Company 2015, Wischmann et al. 2015, Staufen AG 2014), deren Unternehmen überwiegend zu den Leitanbietern von Industrie 4.0 Lösungen zählen, wurden nun auch Anwenderbranchen Gegenstand von Untersuchungen und Maßnahmen zur Digitalisierung und zu Industrie 4.0. Dabei sollte auch kleinen und mittleren Unternehmen mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Um die Anwenderbranchen besser in den Blick nehmen zu können, wurden neben Indikatoren zur Einschätzung des Digitalisierungsgrades auch Indikatoren zur Beurteilung der Industrie 4.0 Affinität entwickelt (Hartmann et al. 2015). Hierbei schälten sich als Merkmale (1) die IT-Kompetenzen, (2) der Automatisierungsgrad, (3) die Komplexität der Anlagen, (4) die Komplexität der Produkte, (5) der Individualisierungsgrad der Leistungsangebote, (6) die Innovativität der Unternehmen und (7) die Unternehmensgröße heraus. Bezogen auf dieses Set von Indikatoren wurden quantitative und qualitative Analysen im Bereich des Verarbeitenden Gewerbes durchgeführt und die Industrie 4.0 Affinität von Branchen ermittelt (Hartmann et al. 2015: 15ff).

In praktischer Perspektive hat das Bundeswirtschaftsministerium aufbauend auf den Ergebnissen der weiter oben genannten agiplan-Studie im Jahr 2016 begonnen, Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentren in Deutschland einzurichten, die mittelständische Unternehmen mit Informationen und Demonstrationsmöglichkeiten bei der Digitalisierung und Vernetzung unterstützen sollen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016). Inzwischen wurden neun Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentren in deutschen Städten eingerichtet, ein Kompetenzzentrum speziell für das Handwerk und vier Mittelstand 4.0 – Agenturen zu den speziellen Themen: Cloud, Handel, Prozesse und Kommunikation. Für 2017/2018

wird dieses bestehende Netzwerk regional ausgewogen verstärkt und um thematische Schwerpunkte ergänzt. Hierbei soll der bisher auf den Produktionsprozess gelegte Fokus erweitert werden (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016). Die Kompetenzzentren haben eine Laufzeit von drei Jahren und sollen nachhaltig profiliert werden und somit auch nach Ende der Förderung dem Mittelstand als Ansprechpartner zur Verfügung stehen.

Ein kurzer Blick ins Ausland zeigt, dass auch andere Länder in den vergangenen Jahren auf die Modernisierung ihres Produktionsregimes durch Digitalisierung (z. T. unter dem Aspekt der Re-Industrialisierung) setzen, so z. B. Großbritannien (Foresight 2013). Für die USA, China und Japan wurde in 2016 eine Studie zum Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit mit Deutschland (Heilmann et al. 2016) publiziert. Als Vergleichsgrößen dienten der sektorale Schwerpunkt Produzierendes Gewerbe und IKT, technische und infrastrukturelle Voraussetzungen, die Innovationsfähigkeit der Unternehmen sowie personelle Herausforderungen. Es wurde gezeigt, dass alle Länder massive Anstrengungen unternehmen, um ihre Industrie durch Digitalisierung wettbewerbsfähig zu machen. Hierfür wurden unterschiedliche Initiativen wie z. B. „Industrial Internet Consortium“ (USA), „Industrial Value Chain Initiative“ (Japan), „Plattform Industrie 4.0“ (Deutschland) oder die „Made in China 2015-Strategie“ entwickelt.

Neue Wertschöpfungsstrukturen und damit verbundene Herausforderungen

Es stellt sich häufig die Frage, ob sich mit einer Fokussierung auf die Aspekte von Digitalisierung oder Industrie 4.0 im technischen Verständnis automatisch die propagierten und erhofften Effekte einstellen und ob nicht hier der Wechsel einer Betrachtungsebene für den Erfolg des eingeschlagenen Weges von Bedeutung ist. So ist z. B. in der für die Digitalisierung häufig als „Vorreiter“ bezeichneten Logistikbranche auszumachen, dass die Abläufe in Vertrieb und Logistik in vielen Bereichen komplett durch IT-Lösungen gesteuert werden. „Dabei wird mit Hilfe der IT versucht, die Komplexität der Prozesse und die dabei anfallenden riesigen Datenmengen zentral zu steuern. Optimierungspotenzial besteht aber insbesondere bei der Organisation von Lieferketten und Güterströmen.“ (Schüller 2015). Es ist demnach also nicht nur eine Frage der Technologie, der sich die Unternehmen annehmen müssen, denn die Technologie für die Automatisierung der Prozesskette ist ja im Prinzip vorhanden. Vielmehr müssen sich Unternehmen mit den organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Fragestellungen beschäftigen, um sich auf die neuen Anforderungen vorzubereiten (Schüller 2015). Erschwerend kommt auch für viele Unternehmen der Logistikbranche hinzu, dass sie neben der Anpassung der Arbeitsstrukturen auch einen Paradigmenwechsel von

einer bisherigen zentralen Steuerung zu einer dezentralen Steuerung bewältigen müssen. „Die gesamte Wertschöpfungskette von der Bestellung eines Produktes bis hin zur Auslieferung lässt sich automatisieren. Die Ware soll sich ihren Weg selbst suchen, Transport und Auslieferung selbst bestimmen. Dazu bedarf es dezentral organisierte, sich selbst steuernde Systeme. Das bedeutet insbesondere auch die gemeinsame Nutzung von Daten über die gesamte Lieferkette – vom Hersteller bis hin zum Endverbraucher. Wertschöpfungsketten werden so zu Wertschöpfungsnetzwerken. Diese sind nicht linear, sondern vernetzt organisiert. Die Technik dazu gibt es schon. Anwendbar ist sie zurzeit allerdings nur unter Laborbedingungen, zum Beispiel in einer Lagerhalle“ (Schüller 2015). Schon im Jahre 2008 wiesen Becker et al. darauf hin, dass sowohl betriebswirtschaftlich-organisatorische als auch technologische Komponenten für die Konstituierung von Wertschöpfungsnetzwerken zu beachten seien. „Um die Potenziale von Wertschöpfungsnetzwerken erschließen zu können, sind geeignete betriebswirtschaftliche Konzepte zum Aufbau, zur Pflege und ggf. zum Abbau der kooperativen Unternehmensbeziehungen notwendig. Neben den Managementkonzepten fungiert insbesondere Informationstechnologie als wesentlicher „Enabler“ und „Implementer“ von Wertschöpfungsnetzwerken“ (2008: V).

Auch jenseits der Logistikbranche gibt es Stimmen aus der Industrie, die vor einer zu fokussierten und eingegrenzten Sichtweise auf das Thema „Industrie 4.0“ warnen. „Die Auseinandersetzung des produzierenden Gewerbes in Deutschland mit der digitalen Transformation konzentriert sich vielfach auf das Thema Industrie 4.0. Häufig als „vierte industrielle Revolution“ bezeichnet, beschreibt sie den industriellen, auf Fertigungsprozesse ausgerichteten Einsatz von Automatisierungstechnik wie beispielsweise Robotik, die Entstehung cyber-physischer Systeme und die Vernetzung produktiver Einheiten in der Fertigung. (.....) Diese Betrachtung greift jedoch zu kurz, denn die Veränderungen der digitalen Transformation gehen weit über die Fertigung hinaus.“ (Roland Berger / BDI 2015: 23).

Auch Patricia Solaro vom Bündnis „Zukunft der Industrie“ rechnet mit einer zunehmenden Erosion bestehender Wertschöpfungsketten. „Es gibt heute kaum noch eine ‚Kettenproduktion, bei der sich Glied an Glied reiht. Durch die zunehmende Digitalisierung finden die Produktionsschritte nicht mehr hintereinander, sondern annähernd gleichzeitig statt. Die Struktur der Wertschöpfung verändert sich von einer Kette zu Netzwerken. Dabei können sich einzelne Knotenpunkte dieser Netzwerke immer wieder ändern“ (Solaro 2016). Dabei sind auch Parallelen zu den nicht industriellen Bereichen erkennbar. „Wie die sozialen Netzwerke das gesellschaftliche Konzept von Freundschaft verändert haben, werden die Beziehungen zwischen Unternehmen vielfältiger, loser und volatiler“ (Neef 2015).

Auch im Hinblick auf den Wandel der industriellen Wertschöpfung im Mittelstand ist die Entwicklung von bestehenden Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken erkannt und es werden erste Ansätze zur Transformation für kleine und mittlere Unternehmen diskutiert und vorgestellt (Botthoff 2017). Dabei unterscheiden sich die propagierten Veränderungen zunächst einmal nicht grundsätzlich von den Transformationsaspekten, die im Rahmen der Großindustrie diskutiert werden. „Die Wertschöpfung findet künftig stärker zwischen vielen eng vernetzten und in Echtzeit kommunizierenden Akteuren statt. Dies führt zu einer größeren Arbeitsteilung über die gesamte Wertschöpfungskette, und starre Wertschöpfungsketten entwickeln sich zu dynamischen Wertschöpfungsketten. Auch wenn man aus technologischer Sicht nicht von einer Revolution sprechen kann, wird die zunehmende Digitalisierung grundlegende Änderungen der Prozesse, Kompetenzen und Geschäftsmodelle zur Folge haben.“ (Botthoff 2017: 8f.).

Dabei schließt die Beschäftigung mit der Entwicklung von Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken besonders im Bereich der kleinen und mittleren Unternehmen in theoretischer Hinsicht an die Theorien der globalen Warenketten (Global Commodity Chains – GCC), der globalen Wertschöpfungsketten (Global Value Chains – GVC) und globalen Produktionsnetzwerke (Global Production Networks – GPN) an.

Gerade die Veränderung der Wertschöpfungsstrukturen wird in den Beiträgen in diesem Buch immer wieder als wesentliche „Hintergrundentwicklung“ im Rahmen der Digitalisierung auftauchen.

Digitalisierung im Mittelstand: Wie können kleine und mittlere Unternehmen (KMU) anschlussfähig werden?

Glaubt man den einschlägigen Aussagen in verschiedenen Branchenpublikationen zum Thema Digitalisierung und Industrie 4.0, so wird die Digitalisierung über den Erfolg oder Misserfolg der deutschen Industrie entscheiden (exemplarisch Schuh und Varnhagen 2013: 51). Auch plakative Statements aus der Politik erwecken den Anschein, dass der Druck zu digitalisieren enorm hoch sein muss bzw. sich in den letzten Jahren mit rasantem Tempo entwickelt hat. So betonte Bundesverkehrsminister Dobrindt bei der Eröffnung der transport logistic in München. Klar sei auch: „Wer nicht bereit ist, komplett zu digitalisieren, wird verlieren.“ (Dobrindt 2017). Unterschiede zwischen den Betriebsgrößen der Unternehmen sind in solchen Pauschalaussagen kaum zu finden. Wie Unternehmen mit diesen „Aufforderungen“ umgehen sollen, steht auf einem anderen Blatt.

Gerade in Bezug auf die kleinen und mittleren Unternehmen können wir allerdings festhalten, dass die Einschätzung im Hinblick auf den aktuellen Grad der

Digitalisierung im Mittelstand weit auseinandergeht. Das mag einerseits daran liegen, dass oft nicht genau definiert wird, was mit Digitalisierung gemeint ist und andererseits die Erhebungsmethoden anscheinend sehr unterschiedlich sind. Für kleine und mittlere Unternehmen führen diese divergierenden Aussagen jedoch dazu, das mit dem Thema eher abwartend umgegangen wird, so zumindest der durchgängige Tenor in vielen Unternehmensgesprächen im Rahmen des Projektes Prokom 4.0. Der Grad der Digitalisierung im Mittelstand steht in keinem Verhältnis zu dem Stellenwert, den man aufgrund der Berichterstattung erwarten oder vermuten könnte, jedoch lässt sich daraus nicht ableiten, dass innerhalb des Mittelstandes keine Auseinandersetzung mit dem Thema stattfinden würde (Zimmermann 2016). Dem gegenüber gibt es Stimmen, die behaupten, dass es relativ geringe Unterschiede im Status Quo des Digitalisierungsprozesses zwischen Großunternehmen und kleinen und mittleren Unternehmen gibt, sondern viel entscheidender die jeweilige Branchenzugehörigkeit für den Digitalisierungsgrad der Unternehmen ist. „Nicht bestätigt hat sich unsere Hypothese, dass vor allem Großunternehmen im Digitalisierungsprozess weiter vorangeschritten sind. Tatsächlich gibt es viele kleine und mittlere Unternehmen, die komplett durchdigitalisiert sind. Dabei handelt es sich keineswegs nur um IT-Start-ups, sondern auch um kleine Zulieferbetriebe, die natürlich sehr stark von ihren Großkunden getrieben werden. Unterschiede hinsichtlich der Unternehmensgröße gibt es also kaum, hinsichtlich der Branchen allerdings schon. Vor allem die unternehmensnahen Dienstleistungen, Banken und Versicherungen gehören zu den Vorreitern. Aber selbst bei Handwerksbetrieben sind schon 16 Prozent sehr weit vorangeschritten in puncto Digitalisierung“ (Flüter-Hoffmann 2015: 84). In der weiteren Betrachtung interessiert uns hier nicht, welche Autoren jetzt dem realen Abbild der Digitalisierung in ihrer Argumentation am nächsten gekommen sind, wir nehmen die Aussage „sondern auch um kleine Zulieferbetriebe zum Beispiel, die natürlich sehr stark von den Anforderungen ihrer Großkunden angetrieben werden“ (Flüter-Hoffmann 2015: 84f.) zum Anlass, die Rolle der kleinen und mittleren Unternehmen aus einem anderen Blickwinkel zu beleuchten, der unter dem Projektfokus „Kompetenz“ bzw. „Kompetenzmanagement“ sinnvoll und erforderlich scheint.

Über die generelle Bedeutung des Mittelstands in Deutschland ist bereits an vielen Stellen ausführlich publiziert worden, so dass wir an dieser Stelle nur noch einmal darauf hinweisen wollen, dass die Vielzahl an KMU in vielen Bereichen die tragende Säule der Wirtschaft (z. B. bei den Auszubildenden) darstellen. Die kleinen und mittleren Unternehmen agieren aber im Rahmen der wirtschaftlichen Tätigkeiten nicht im „luftleeren Raum“, sondern sind über ein weitverzweigtes Netz von Zuliefer-, Kunden-, -und sonstigen Beziehungen und Abhängigkeiten in die wirtschaftlichen Abläufe eingebunden. Dabei ist von Bedeutung, dass KMU in der Regel nicht

die „Taktgeber“ im wirtschaftlichen „Konzert“ darstellen, sondern sich an den Vorgaben der jeweiligen Großindustrie und deren Standards orientieren. Hingewiesen sei an dieser Stelle exemplarisch auf die Diffusion diverser Normen und Berichterstattungspflichten (z. B. DIN ISO 9001 ff.) bis in kleinste Betriebe. Bei dem größeren Anteil der KMU können wir davon ausgehen, dass Investitionen entweder der eigenen Effizienz oder aber der Anpassung an Marktanforderungen (hier stellvertretend durch die jeweiligen Marktakteure) geschuldet sind. Im Rahmen der Diskussion um Digitalisierung und Industrie 4.0 stellt sich die banale Frage (und diese Frage wurde zumindest den Ansprechpartnern im Teilprojekt „Kompetenzmanagement für Unternehmensverbände“ häufig gestellt), warum sich die Betriebe ohne konkrete, nachvollziehbare Anforderungen aus dem wirtschaftlichen Umfeld intensiver mit dem Thema Digitalisierung (hier auch im Hinblick auf Kompetenzen) auseinandersetzen sollten. Nicht gemeint sind hier Anpassungsqualifizierungen, die quasi „automatisch“ über Maschinenschulungen etc. erfolgen. Noch skeptischer waren viele Entscheider in den Unternehmen, wenn es um die Frage ging, warum und insbesondere in welchen technischen Bereichen sie (ohne externe Anforderungen genau zu kennen und diese im Rahmen einer Kostenrechnung beurteilen zu können) investieren sollten. **Unsere These lautet daher, dass KMU dort in Digitalisierung und Aspekte von Industrie 4.0 investieren, wo die Anforderungen und „Spielregeln“ klar sind und wo die Entscheider auf Basis belastbarer Zahlen die jeweiligen Kosten und Risiken quantifizieren können.** Dazu kommen im Hinblick auf die Risiken neben den Investitionskosten im Mittelstand wesentliche Bedenken und Vorbehalte, die sich um die Themen Datensicherheit und Haftung drehen (Zimmermann 2016: 6). Wir unterstreichen hier eindeutig die von Zimmermann vertretene These, dass der Abbau von Hemmnissen alleine nicht ausreichen wird, um einen Digitalisierungsschub im Mittelstand auszulösen, sondern es darauf ankommt, die realen Potenziale im Betrieb (z. B. Verringerung Ausschuss oder Energieverbrauch) (2016: 7) herauszustellen. Über den betrieblichen Rand hinaus wird es wichtig sein, die o. g. Entwicklungen der Wertschöpfung mit den konkreten (technischen) Anforderungen des wirtschaftlichen Umfeldes abzugleichen und dann zu Investitions- und Folgeentscheidungen zu kommen. **Dabei geht es nicht nur um die zunehmende Digitalisierung aller Geschäftsprozesse, sondern auch um die branchenübergreifende Vernetzung von Unternehmen zu neuen Wertschöpfungsnetzwerken.** Diese branchenübergreifende Vernetzung ist allerdings – so unser Eindruck – für die Mehrzahl der KMU bisher weder Thema, noch auf einer technischen Ebene bislang als konkrete Anforderung definiert, auf die eine Reaktion im und durch den Betrieb erfolgen würde. Eine bisher im Rahmen der allgemeinen Diskussion noch nicht so verbreitete Zusammenführung der beiden Themen „Wertschöpfung“ und „Digitalisierung“

findet sich in den Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe 4 „Wertschöpfungsstrukturen der Zukunft“ des Bündnisses Zukunft der Industrie zu Digitalisierung und Innovation. Dort löst man sich in Abgrenzung zum fokussierten Blick anderer Initiativen von einem engen Verständnis zu Digitalisierung und Industrie 4.0. Man nimmt dort „eine breitere Perspektive ein und adressiert gesellschaftliche und industriepolitische Aspekte von Wertschöpfungsstrukturen der Zukunft. Dabei stehen Innovationen wie die Digitalisierung und intelligente Vernetzung im Fokus der Arbeit.“ (Arbeitsgruppe 4 des Bündnis Zukunft der Industrie „Wertschöpfungsstrukturen der Zukunft“ 2016: 1).

Im Hinblick auf die zukünftigen Anforderungen an und Kompetenzen innerhalb der Beschäftigten in KMU (hier Schwerpunkt Facharbeit) wird es darauf ankommen, neben den fachlichen Anpassungsmaßnahmen, verstärkt die Kompetenzen zu entwickeln und zu fördern, die der **Anschlussfähigkeit** des Individuums und des Betriebes innerhalb der sich verändernden wirtschaftlichen und technischen Entwicklung entsprechen. Einige dieser zu erwartenden zukünftigen Kompetenzanforderungen werden in diesem Buch detailliert vorgestellt.

Literatur:

Acatech (2015). Smart Service Welt. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht. Arbeitskreis Smart Service Welt.

Arbeitsgruppe 4 des Bündnis Zukunft der Industrie „Wertschöpfungsstrukturen der Zukunft“ (2016). Handlungsempfehlungen der AG 4 „Wertschöpfungsstrukturen der Zukunft“ des Bündnisses Zukunft der Industrie zu Digitalisierung und Innovation. http://netzwerk-zukunft-industrie.de/wp-content/uploads/2017/01/AG4_Innovation-und-Digitalisierung.pdf. Gesehen 23.02.2017.

Bauernhansl, T.; Diegner, B.; Diemer, J.; Dümmler, M.; Eckert, C.; Herfs, W.; Heyn, H.; Hilger, C.; Ten Hompel, M.; Kalhoff, J.; Kubach, U.; Liggesmeyer, P.; Loewen, U.; Nebel, W.; Quetschlich, M.; Quetschlich, E.-J.; Stiedl, T. und Spaeth, B. (2014). Industrie 4.0 – Whitepaper FuE-Themen –. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie - Plattform Industrie 4.0.

Becker, J.; Knackstedt, R.; Pfeiffer, D. (Hrsg.) (2008). Wertschöpfungsnetzwerke. Konzepte für das Netzwerkmanagement und Potenziale aktueller Informationstechnologien. Heidelberg: Physica-Verlag.

- Bischoff, J.; Taphorn, D. W.; Braun, N.; Fellbaum, M.; Goloverov, A.; Ludwigs, S.; Hegemann, T.; Prasse, C.; Henke, M.; Ten Hompel, M.; Döbbeler, F.; Fuss, E.; Kirsch, C.; Mättig, B.; Braun, S.; Guth, M.; Kaspers, M. und Scheffler, D. (2015). Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
- Botthoff, A. (Hrsg.) (2017). Digitalisierung industrieller Wertschöpfung – Transformationsansätze für KMU. Begleitforschung AUTONOMIK für Industrie 4.0. Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013). Zukunftsbild „Industrie 4.0“. HIGHTECH-STRATEGIE. Bonn.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentren [Online]. Available: <http://www.mittelstand-digital.de/DE/Foerderinitiativen/Mittelstand-4-0/kompetenzzentren.html> [Accessed 18.01.2017].
- Dobrindt, A. (2017). Wer nicht digitalisiert, verliert. <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/05/2017-05-10-digitalisierung-logistik.html>. Gesehen 23.05.2017.
- Flüter-Hoffmann, C. (2015). Viele KMU sind schon komplett durchdigitalisiert. G.I.B.INFO 4_15 (S. 54-63).
- Foresight (2013). The Future Of Manufacturing. A new era of opportunity and challenge for the UK. The Government Office for Science.
- Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, Promotorengruppe Kommunikation & Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (2013). Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie. Available: www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.
- Geels, F. W. und Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417.
- Hartmann, F.; Mietzner, D. und Huy, D. (2015). Industrie 4.0 Affinität von Branchen und Regionen. Working paper zum Projekt PROKOM 4.0. Wildau.
- Heilmann, D.; Eickemeyer, L. und Kleibrink, J. (2016). Industrie 4.0 im internationalen Vergleich. Vergleich der Industrie 4.0 - Wettbewerbsfähigkeit Chinas, Deutschlands, Japans und der USA Düsseldorf: Handelsblatt Research Institute.
- McKinsey und Company (2015). Industry 4.0 - How to navigate digitization of the manufacturing sector. München.
- Neef, A. (2014). Mensch oder Maschine – Wer dirigiert die Produktion der Zukunft? In: Roland Berger Strategy Consultants GmbH (Hrsg.). THINK ACT//COO INSIGHTS//Ausgabe 2014. Industrie 4.0. München.
- Revermann, C. (2016). Digitalisierung der Gesellschaft. Einführung in das Schwerpunktthema. TAB-Brief 47.
- Roland Berger Strategy Consultants / BDI (2015). Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. http://bdi.eu/media/user_upload/Digitale_Transformation.pdf. Gesehen 19.09.2016.
- Schüller, M. (2015). Aus der Supply Chain wird das Wertschöpfungsnetzwerk. <https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/newsroom-downloads/news/aus-der-supply-chain-wird-das-wertschoepfungsnetzwerk>. Gesehen 08.08.2016.
- Schuh, G.; Jordan, F.; Maasem, C.; Zeller, V. (2016). Industrie 4.0: Implikationen für produzierende Unternehmen. In: Gassmann, O.; Sutter, P.; (Hrsg.). Digitale Transformation im Unternehmen gestalten. München: Carl Hanser Verlag.
- Schuh, G.; Varnhagen, V. (Hrsg.) (2013). Fokus Automobilindustrie: Digitale Wertschöpfungsnetzwerke im Werkzeugbau. Aachen.
- Solaro, P. (2016). Wertschöpfungsketten. Die Glieder knüpfen Netzwerke. Evonik Industries AG (Hrsg.) Die Zukunft der Industrie. Essen.
- Spath, G.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013). Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Staufen AG (2014). Auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft – Next step Roboterfabrik? Deutscher „Industrie 4.0“ Index. Köngen: Staufen AG.
- Wischmann, S.; Wangler, L.; Botthoff, A. (2015). Industrie 4.0 – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland – Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0. Berlin.
- Zimmermann, V. (2016). Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. KfW Research Fokus Volkswirtschaft Nr. 138.