

böll.brief

GRÜNE ORDNUNGSPOLITIK #2

Oktober 2016

Die Chancen von Industrie 4.0

Vernetzung und
Durchgängigkeit
als Faktoren einer
erfolgreichen
Industriepolitik

ULRICH SENDLER

 **HEINRICH BÖLL STIFTUNG**

*Das **böll.brief – Grüne Ordnungspolitik** bietet Analysen, Hintergründe und programmatische Impulse für eine sozial-ökologische Transformation. Der Schwerpunkt liegt auf den Politikfeldern Energie, Klimaschutz, Stadtentwicklung sowie arbeits- und wirtschaftspolitischen Maßnahmen mit ökologischem Umbau der Industriegesellschaft.*

*Das **böll.brief** der Abteilung Politische Bildung Inland der Heinrich-Böll-Stiftung erscheint als E-Paper mehrmals im Jahr im Wechsel zu den Themen «Teilhabegesellschaft», «Grüne Ordnungspolitik» und «Demokratiereform».*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Industrie 4.0 – der Stand der Dinge	4
2. Vernetzung der Produktion und der Produkte	6
3. Unterstützende Querschnittstechnologien	9
4. Smarte Industrieprodukte – Industrie 4.0 auf dem Weg in die Praxis	11
5. Die Chancen von Industrie 4.0 – was ist zu tun?	15
5.1 Kampf um die Industriedaten	15
5.2 Den Mittelstand gewinnen	16
5.3 Die Digitalisierung nicht den Technologen überlassen	17
5.4 Das Bildungssystem auf den Prüfstand stellen	18
5.5 Die Chancen der Digitalisierung für den ökologischen Umbau identifizieren und nutzen	20
Der Autor	21
Empfehlungen	22
Impressum	22

Zusammenfassung

Mit Industrie 4.0 haben die deutsche Industrie und ihre Technikwissenschaften eine Marke gesetzt. Für die nächste Stufe der industriellen Revolution will der Standort Deutschland eine führende Rolle übernehmen. Die Initiative hat große Resonanz gefunden. Mit dem US-Pendant Industrial Internet Consortium (IIC) und der chinesischen Regierung, die parallel Made in China 2025 beschlossen hat, gibt es intensiven Austausch.

In den vergangenen gut 40 Jahren hat die deutsche Industrie ihre Prozesse weitgehend digitalisiert. Die nun nötigen Schritte hin zur digitalen Durchgängigkeit erfordern aber eine schwierige Transformation, denn für das Internet der Dinge ist eigentlich ein kontinuierlicher Datenkreislauf unumgänglich, keine einseitig ausgerichteten Dateninseln. Und der derzeit vorherrschende technische Ansatz mit fast ausschließlichem Fokus auf die weitere Optimierung der Produktion greift zu kurz.

Künstliche Intelligenz, Big Data Analytics und Cloud-Technologie sind Querschnittstechnologien, die im Zusammenhang mit Industrie 4.0 eine wichtige Rolle spielen. Dazu müssen sie aber richtig verstanden und besser zum Einsatz gebracht werden. Praxisbeispiele aus der Logistik und aus der Automobilindustrie zeigen, was möglich ist, aber auch, wo sich die Industrie schwertut.

Vor allem zeigt sich fünf Jahre nach dem Start der Initiative Industrie 4.0, dass diese neue Stufe der industriellen Entwicklung nicht von allein in die richtige Richtung gehen wird. Es braucht die Vernetzung der wissenschaftlichen Disziplinen, die Vernetzung von Wissenschaft und Technik, und vor allem flankierende Maßnahmen der Politik: Netzinfrastruktur, Aus- und Weiterbildung, Rahmengesetzgebung, ökologische Leitplanken, digitale Ordnungspolitik.

Neben den politischen Rahmenbedingungen braucht eine solche Entwicklung aber auch eine starke Vernetzung, die weit über die digitale Vernetzung der Geräte hinausreicht. Fachleute aus Psychologie, Philosophie, Biologie, Neurologie und Wirtschaftswissenschaft müssen sich mit ihren Kolleginnen und Kollegen aus Technologie, Informatik, Produktionstechnik, aus technischer Forschung und Entwicklung zusammenschließen.

Aber grundsätzlich ist Industrie 4.0 – richtig ausgestaltet – eine Chance, die mehr beinhaltet als wirtschaftliches Wachstum der deutschen Industrie. Es könnte die Grundlage sein, um das weitere industrielle Wachstum an gesellschaftlich sinnvolle Ziele zu koppeln.

1. Industrie 4.0 – der Stand der Dinge

Digitalisierung ist zum Schlagwort geworden, das alle bewegt, weil es zunehmend alle betrifft. Deutschland, bislang auf diesem Feld nicht als Vorreiter bekannt, spielt aber nun sogar eine führende Rolle: Mit Industrie 4.0 wurde für die vierte Stufe der industriellen Revolution ein Markenzeichen entworfen, das weltweit Wirkung zeigt. Dabei geht es um den nächsten Schritt in der Digitalisierung der Industrie.

Der Begriff Industrie 4.0 wurde 2011 von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech und der Forschungsunion gemeinsam mit führenden Vertretern der Industrie geprägt. Vorausgegangen waren Überlegungen in Kreisen der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI), auf welche Weise Digitalisierung und Internet dabei helfen können, Produkten ein Produktgedächtnis mit auf den Weg zu geben: etwa eine Pillenschachtel auf ihrem Weg von einem Fließband in Frankfurt über den Medikamentenhandel zu Endkunden in Brasilien zu begleiten, und weiter bis zum Entsorgen oder Recycling der Schachtel. Daraus wiederum sollten Innovationen für Handel und Logistik abgeleitet werden. Industrievertreter und Wissenschaftler aus Produktionstechnik, Engineering und Informatik haben den Begriff dann genereller gefasst. In der offiziellen Definition, wie sie in der *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 nachzulesen ist, heißt es:*

«Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den 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.» [1]

Industrie 4.0 zielt also auf eine radikale Umwandlung der industriellen Produktionsweise. Im zweiten Passus der Definition wird umschrieben, was dafür als Grundlage gesehen wird:

«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 beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.»[2]

Nach Dampf, Elektrizität und Automatisierung mit speicherprogrammierbarer Steuerung sind es nun die Digitalisierung und Vernetzung industrieller Produkte, die einen neuen Schub der Industrialisierung auslösen.

1 Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Ergebnisbericht Plattform Industrie 4.0, April 2015, S. 8

2 ebenda

Mit Firmen wie ABB, Bosch, Festo, SAP, Siemens, Telekom, Volkswagen und anderen sind eine Reihe von Firmen beteiligt, die für den Industriestandort Deutschland maßgeblich sind. Industrie 4.0 ist eine Vision. Vom Status Quo, in dem heute fast noch keinerlei Objekte und Systeme im industriellen Wertschöpfungsprozess über das Internet miteinander und mit dem Menschen vernetzt sind, bis zu den beschriebenen echtzeitoptimierten und sich selbst organisierenden Wertschöpfungsnetzwerken ist noch ein gutes Stück Weg zurückzulegen. Aber es könnte schneller gehen als wir uns vorstellen. Gegenüber etwa 20 Milliarden vernetzten Geräten im Jahr 2015 gehen Schätzungen nämlich bereits von einer halben Billion vernetzter Dinge bis zum Jahr 2030 aus. [3] Geschwindigkeit ist offensichtlich angesagt.

Neben dem deutschen Ansatz haben sich weltweit zahlreiche weitere Initiativen formiert. So gründeten AT&T, Cisco, GE, IBM und Intel Anfang 2014 das Industrial Internet Consortium (IIC). Nach anfänglichem Rumoren, das IIC und Industrie 4.0 stünden in heftiger Konkurrenz zueinander, haben beide Initiativen Anfang März 2016 auf einer gemeinsamen Pressekonferenz in Berlin ihre Aktivitäten als parallel und sich ergänzend vorgestellt und eine enge Zusammenarbeit angekündigt. Beide haben schon 2015 erste Referenzarchitekturen für die künftige industrielle Wertschöpfung vorgelegt. Beide hatten Anfang 2016 rund 250 Mitglieder. Beide bieten Testumgebungen und Demonstratoren für die Validierung innovativer Produkte und Dienste und können schon zahlreiche erfolgreiche Pilotprojekte vorzeigen. Die meisten anderen Initiativen haben eher nationalen oder regionalen Charakter und orientieren sich an den beiden großen in Deutschland und den USA.

Dabei ist die Industrieentwicklung in den USA und in Deutschland seit Mitte des 20. Jahrhunderts in zwei sehr unterschiedlichen Bahnen verlaufen. Während der Computer in Deutschland vor allem für die Optimierung der Produktion und anderer Prozesse zum Einsatz kam, wurde er in den USA selbst zum wichtigsten Kern der Wirtschaft. Erst mit dem Computer, dann mit Standardsoftware und Datenbanken, dann mit dem Internet und schließlich mit neuen Geschäftsmodellen auf Basis von Daten aus dem Internet haben die USA sich zum derzeit unangefochtenen Marktführer der Digitalisierung entwickelt. Dass dabei Millionen Arbeitsplätze in der Fertigungsindustrie verloren gingen, dass US-Hardwareprodukte kaum noch international mit denen aus Deutschland und anderen Ländern konkurrieren konnten, wurde in Kauf genommen. In den USA wird übrigens jetzt von der dritten industriellen Revolution gesprochen, nicht wie bei uns von der vierten.

China spielt eine besondere Rolle. Nachdem klar ist, dass die Zeit des zweistelligen Wachstums der chinesischen Wirtschaft auf Basis billiger Massenproduktion, die weder menschliche noch Umweltressourcen schont, endgültig vorbei ist, hat der Staatsrat der Volksrepublik China im Mai 2015 als ersten von drei Zehnjahresplänen *Made in China 2025* beschlossen. Auch der 2016 angelaufene neue Fünfjahresplan steht ganz im Zeichen dieser Ausrichtung. Wenn im Jahr 2049 der 100. Jahrestag der VR China gefeiert wird, soll das Land Industrienation Nummer 1 in der Welt sein. Von Masse zu Klasse soll sich die Indust-

3 Süddeutsche Zeitung, 14. März 2016, Wirtschaftsteil

rie weiterentwickeln. Dafür schauen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft Chinas insbesondere auf die deutsche Initiative Industrie 4.0. Bilaterale Gespräche auf allen Ebenen sollen dabei helfen, das ehrgeizige Ziel zu erreichen.

Für Deutschland bietet die Situation große Chancen. Das Land kann hinsichtlich der nächsten Entwicklungsstufe des Internets, in der tendenziell alle Produkte mit einer eigenen Internetadresse versehen sein können, um darüber neuartige oder qualitativ neue Dienstleistungen anzubieten, global eine wichtige Rolle spielen: einerseits als Technologie- und Know-how-Lieferant, der den Umbau der Industrie weltweit vorantreibt; andererseits in einem vernetzten, kooperativen Geben und Nehmen mit Ländern wie China, Japan, Südkorea, Taiwan, den USA und anderen. Denn die deutsche Industrie ist keineswegs auf allen Gebieten an vorderster Stelle, unser Arbeitskräftereservoir ist äußerst begrenzt, und die Art und Weise, wie die Industrialisierung weltweit voranschreitet, hat auch auf die Umwelt, das Klima, das Wohlbefinden und den Wohlstand in Deutschland massive Auswirkungen. Es kann uns also nicht gleichgültig sein, wie die nächste Stufe der Industrialisierung realisiert wird.

2. Vernetzung der Produktion und der Produkte

Trotz der erfolgreichen Vermarktung von Industrie 4.0 als wichtigem Element für die Zukunft Deutschlands, das im Unterschied zu anderen ehemals führenden Industrienationen nach wie vor im Wesentlichen ein Industriestandort ist, belegen die meisten Umfragen, dass auch fünf Jahre nach dem Start der Initiative nur ein winziger Teil der Bevölkerung mit dem Begriff etwas anzufangen weiß. Das gilt sogar für die Leitungsebene in der Industrie selbst, und hier fühlen sich wiederum die kleinen und mittleren Unternehmen – das Rückgrat der Industrie in Deutschland – weniger zum Handeln herausgefordert als die Großkonzerne.

Weil sich die öffentliche Debatte ziemlich konsequent auf die Digitalisierung der Fertigung konzentriert, sind die meisten Menschen – die ja mit der Industrieproduktion kaum zu tun haben – wenig am Thema interessiert. Etwas leichter zu verstehen ist Industrie 4.0, wenn man an die Ergebnisse der industriellen Wertschöpfung, also an die Produkte, denkt, die jeder täglich nutzt. Seit den Neunzigerjahren gibt es im Angelsächsischen die Begriffe *Internet of Things (IoT)* und *Internet of Things and Services (IoTS)*. Es war die begriffliche Vorwegnahme dessen, was tatsächlich erst jetzt von der Industrie in Angriff genommen werden kann. Bis vor wenigen Jahren waren die Voraussetzungen dafür nämlich nicht gegeben, und nur wenige Dinge – außer Smartphones und mobilen Computern – waren vernetzt. Die geänderten Voraussetzungen sind vor allem:

1. Mit IPv6 gibt es seit den Zehnerjahren dieses Jahrhunderts einen weltweit einsetzbaren Standard für die Vergabe von Internetadressen, der es ermöglicht, nahezu jedes Ding online zu stellen und mit dem Internet zu verbinden. Es kann dann Kontakt über das Internet herstellen, es kann Daten senden und empfangen, es kann kommunizieren.
2. Sensoren, Aktoren, Kameras und andere digitale Komponenten in miniaturisierter Form sind massenhaft und sehr günstig verfügbar. Sie erlauben es, den Dingen das Sehen, Hören und Fühlen beizubringen. Damit können sie auch autonom kommunizieren, also Informationen miteinander oder mit den Menschen austauschen.
3. Die Informatik ist als Ingenieurdisziplin akzeptiert und auf dem besten Weg, zur wichtigsten aller Disziplinen zu werden. Sie wird den vernetzten, sensitiven Dingen die «Intelligenz» hinzufügen, die ihrer Kommunikation und Aktion Sinn verleiht. Dabei macht offenbar gerade die Forschung in Richtung Künstlicher Intelligenz momentan entscheidende Fortschritte, die sich auf den industriellen Einsatz auswirken dürften.

Produkte, die im Internet der Dinge agieren können, lassen sich mit den herkömmlichen Methoden, Werkzeugen und Prozessen nicht entwickeln und herstellen. Das ist der wichtigste Grund für die identifizierte vierte industrielle Revolution.

Die bisherige Digitalisierung der Industrie hat vor allem in der (isolierten) IT-Unterstützung der einzelnen Prozessschritte bestanden. Von Computer Aided Design (CAD) über Computer Aided Engineering (CAE) und Digital Factory (virtuelle Modellierung der Produktionsanlagen und der Fertigung selbst) bis hin zum Product-Lifecycle-Management (PLM) reicht die Palette an Industriesoftware, die hierzulande dafür im Einsatz ist. Zig Datenbanken in einem einzigen Unternehmen dienen als Speicherorte. Von einer Single Source of Truth, davon also, dass Daten nur ein einziges Mal vorhanden und von zentraler Stelle für alle Bereiche verfügbar sind, ist die Realität weit entfernt.

Für das Internet der Dinge muss die industrielle Digitalisierung nun einen deutlichen Sprung machen. Für die Produktdaten muss es einen Fluss geben, der von der Idee über die Entwicklung und Fertigung bis zur im Internet vernetzten Nutzung reicht. Die IT-Inseln müssen zu einer durchgängigen Datenkette vernetzt werden. Insbesondere die Daten der verschiedenen am Engineering beteiligten Fachdisziplinen sind so miteinander zu verbinden, dass sich die entstehenden multidisziplinären Systeme modellieren, testen und funktional simulieren lassen. Modellbasiertes Systems Engineering (MBSE) wird selbst für mittelständische Maschinebau-Unternehmen zu einem Thema. Wenn Produkte nicht mehr in erster Linie Hardware sind, sondern Systeme unter Systemen, ist systemisches Denken im industriellen Engineering gefordert.

Der zweite Grund für die Umwälzung in der Industrie ist die Tatsache, dass das Internet der Dinge natürlich nicht nur die Konsum- sondern auch die Investitionsgüter erfasst. Auch Maschinen, Antriebe und Produktionsanlagen können mit dem Internet vernetzt werden. Und damit öffnen sich für die Industrie ganz neue Möglichkeiten, die weit über die der bisher installierten Intranets hinausgehen. Nun ist die Vernetzung nicht nur unternehmensweit möglich, sondern kann jedermann und jedes Ding global einschließen.

Dieser zweite Grund spielt bei den Akteuren der deutschen Initiative eine Hauptrolle. Die Industrie verspricht sich davon die Errichtung von Wertschöpfungsnetzwerken, die die jeweils günstigsten, flexibelsten und schnellsten Partner (ob Menschen oder Maschinen) für Entwicklung, Produktion und Handel miteinander verbinden, und dies auch noch selbstorganisierend. Sie verspricht sich also eine enorme Effizienzsteigerung in der Produktion. Smart Factory hat sich als Begriff dafür durchgesetzt.

Die Industrie verändert ihren Charakter. Bisher waren Industrieunternehmen Hersteller von Geräten, Maschinen, Gegenständen, von Hardware, die am Ende der Wertschöpfungsprozesse an Kunden verkauft wurde. Jetzt entstehen Produkte, die über ihre Vernetzung und über ihre digitale «Intelligenz» selbst zu Knotenpunkten des Datennetzes werden. Sie können Daten sammeln, liefern und austauschen. Künftig wird die Wertschöpfung in immer stärkerem Maß über diese Datenflüsse funktionieren. Der Verkauf des Produktes verliert an Bedeutung gegenüber dem Verkauf einer Dienstleistung, die über die intelligente Nutzung der industriellen Daten angeboten wird. Das Produkt erhält eine neue, wichtige Rolle als «Datenträger».

Es ist bereits absehbar, dass sich damit die Wertschöpfungskette selbst grundlegend verändert, teilweise sogar umkehrt. Bisher umfasste sie die Schritte von der Idee über die Produktion bis zum Verkauf an den Kunden und den Kundendienst, der im Wesentlichen Wartung und Instandhaltung betraf. Künftig kommen Ideen immer stärker aus dem Internet, also vom Kunden, Partner oder aus sozialen Netzwerken. Der Service wird erweitert über vorausschauende Wartung, denn der «Gesundheitszustand» einer Maschine oder eines Autos kann über das Internet jederzeit überprüft und analysiert werden. Durch Kopplung von Produkt- und Handelsdaten mit Wetter-, Verkehrs- und Infrastrukturdaten lassen sich Handel und Logistik in bisher kaum gekanntem Ausmaß optimieren. Folglich kommt der Input für Produktentwicklung und Innovation zunehmend von Kunden, Servicemitarbeitern und aus dem Handel, aus Bereichen also, mit denen die Ingenieure sich bislang kaum beschäftigen mussten.

Das ist der Grund, weshalb der Datenfluss von der Idee bis zum Recycling in eine Richtung, erst recht mit den heute üblichen Medienbrüchen zwischen den einzelnen Schritten, nicht mehr ausreicht. Die Informationstechnik muss einen kontinuierlichen Datenkreislauf ermöglichen, der den gesamten Wertschöpfungsprozess und auch den Kunden mit einbezieht. Der Wertschöpfungskreislauf kann in der beschriebenen Weise nur entstehen, wenn er einen digitalen Zwilling hat. Sonst fehlen allen Beteiligten in jedem einzelnen Schritt immer wieder die gerade benötigten Informationen.

3. Unterstützende Querschnittstechnologien

Neben den Anstrengungen der Forschungs- und Entwicklungsteams in Industrie und Grundlagenforschung tragen noch einige weitere Faktoren zur Entwicklung in Richtung Industrie 4.0 bei. Drei von ihnen verdienen besondere Beachtung: Künstliche Intelligenz (KI), Big Data Analytics und Cloud-Technologie.

Künstliche Intelligenz: Lange Jahre war es etwas still geworden um KI. Alle Prophezeiungen aus dem vergangenen Jahrhundert, wie schnell es möglich sein werde, das menschliche Gehirn mit Hilfe von Hard- und Software nachzubauen, erwiesen sich als falsch. Doch die grundsätzliche Skepsis, dass es überhaupt nicht möglich sei, eine Künstliche Intelligenz zu schaffen, die autonom agiert und selbst weitreichende Entscheidungen trifft, erweist sich als frommer Wunsch. Mit einem auf fünf Partien angesetzten Wettkampf zwischen Mensch und Computer im asiatischen Brettspiel Go wurde Anfang März 2016 dafür ein Beweis erbracht, der im Unterschied zu vielen anderen Projekten besondere Aufmerksamkeit erregte.

DeepMind, ein britisches, von Google übernommenes Start-up, hatte eine Software namens AlphaGo entwickelt, mit der bereits 2015 ein europäischer Go-Meister geschlagen wurde. Jetzt trat AlphaGo in fünf Partien an gegen einen der weltbesten Profispieler, den 33-jährigen Südkoreaner Lee Sedol, und gewann 4:1. Go gilt als etwa zehn Mal komplexer als Schach. Auf 19 mal 19 Feldern werden abwechselnd schwarze und weiße Steine gesetzt. Das Ziel ist die Besetzung eines möglichst großen Teils des Bretts. Was einfach aussieht, bedeutet: Wenn Schwarz und Weiß je zwei Steine setzen, gibt es für diese Zugfolge 1,6 Milliarden Möglichkeiten. Go wird deshalb als Spiel geschätzt, das neben strategischem Denken und hohen kalkulatorischen Fähigkeiten vor allem die menschliche Intuition, Kreativität, Geduld und Lust am spielerischen Kampf fordert. Der Sieg von AlphaGo beweist, dass solche Fähigkeiten zumindest teilweise mit Hilfe künstlicher Intelligenz entwickelt werden können.

AlphaGo basiert auf schichtweise aufgebauten neuronalen Netzen, die den menschlichen Nervennetzen nachempfunden sind. Steht am Ende einer Aktivität ein Erfolg, merkt sich das System diesen Erfolg und verstärkt die beteiligten Netzknoten, so wie beim menschlichen Hirn die Ausschüttung von Botenstoffen zur Verstärkung von Nervensynapsen führt. Nachdem Millionen Go-Spiele verarbeitet und gespeichert wurden, bestand die Vorbereitung der Software auf das Spiel gegen Lee Sedol in zahllosen Spielen gegen sich selbst. Und obwohl das Entwicklungsteam von DeepMind-Mitgründer Demis Hassabis selbst erst in einigen Jahren mit einem Sieg rechnete, war AlphaGo in der Lage, diesen Sieg schon jetzt zu erzielen. Künstliche Intelligenz als Mischung aus künstlichen, neuronalen Netzen und Maschinelernen hat den Menschen auf einem Feld geschlagen, auf dem alle namhaften Experten dies erst in frühestens zehn Jahren vorausgesehen hatten.

Was spielerisch entwickelt wird, zielt nach Aussagen von Hassabis aber auf sehr reale Anwendungen. So sollen entsprechende Systeme bei medizinischen Operationen zum Einsatz kommen. Und natürlich liegt es nahe, das Maschinenlernen auf die Maschinen und Roboter in der Industrie selbst anzuwenden. Google DeepMind arbeitet laut Aussage des Physikers Jaan Tallinn mit dem Future of Humanity Institute der Oxford University an der Entwicklung von Möglichkeiten, autonom agierende Maschinen grundsätzlich wieder ausschalten zu können, an der sogenannten Unterbrechbarkeit. Künstliche Intelligenz kann große Chancen beinhalten. Aber sie kann auch große Gefahren bringen.

Big Data Analytics: Je mehr Sensoren und andere digitale Komponenten in Dinge eingebaut werden, die Daten über das Internet liefern können, desto größer wird die Menge verfügbarer Daten, desto schneller wächst ihre Masse, desto vielfältiger werden die Datenarten, die nur genutzt werden können, wenn aus dem Digitalen eine konkrete Information gewonnen wird. Volume, Velocity, Variety sind die drei großen V, die als Kriterien für den Bedarf an Big Data Lösungen gelten. Es liegt auf der Hand, dass solche Lösungen in Zusammenhang mit Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge an Bedeutung gewinnen.

Dennoch ist Umsicht angebracht. Die meisten Daten, die von industriellen Produkten, von Robotern oder Maschinen geliefert werden können, sind Ergebnis von Ingenieurarbeit beziehungsweise Resultat der Programmierung von in die Produkte eingebetteter Software. In sehr vielen, wenn nicht sogar den meisten Fällen, dürfte die Analyse solcher Daten eher den Ausnahmewerten gelten, nicht der Masse der klar zuzuordnenden Normalwerte. Es kommt also vor allem darauf an, die erzeugten und gelieferten Daten zu filtern und sofort auf die zu reduzieren, die wichtig sind und deren Analyse entscheidend ist.

Im elektronischen Handel und in der Internet-Werbung werden persönliche Daten ausgewertet, die keinerlei offensichtlichen, den Menschen selbst jeweils bekannten Bezug zueinander haben. Etwa die Tatsache, dass Personen, die nach einem bestimmten Produkt suchen, auch nach bestimmten anderen gesucht haben. Solche nicht-korrelierten Daten miteinander in einen für die Werbe-Kunden nützlichen Zusammenhang zu bringen, ist ohne Big Data Lösungen nicht möglich. Bei industriellen Daten hingegen liegt die Korrelation in der Regel auf der Hand. Es muss sich noch zeigen, wo in Zusammenhang mit Industrie 4.0 Big Data Lösungen eine wichtige Rolle spielen können.

Cloud-Technologie: Diese Technologie hat in den letzten Jahren einen hohen Reifegrad erreicht. Die Frage ist weniger, wie sicher beliebige Datenmengen auf über das Internet verteilten Serverfarmen gespeichert und genutzt werden können. Eher stellt sich die Frage, wie weit den Betreibern von Cloud-Diensten und deren Regierungen getraut werden kann, dass sie die ihnen anvertrauten Daten tatsächlich niemandem weiterreichen, dem der Besitzer sie auf gar keinen Fall geben möchte.

Die Sicherheit der Daten ist eines der zentralen Themen von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Wie sicher die Daten gemacht werden können, wird entscheidend sein für den Erfolg oder Misserfolg der industriellen Digitalisierung. Die Cloud, jedenfalls die Public Cloud, spielt dabei eine besondere Rolle, weil sie auf dem Prinzip beruht, dass Daten an nicht kontrollierbarem Ort von Dritten verwaltet werden.

Dennoch ist diese Technologie ein wichtiger Baustein der Digitalisierung, denn ohne unternehmens- und länderübergreifende, theoretisch «grenzenlose» Speicher können die erwarteten Abermilliarden von Geräten nicht sinnvoll über das Internet vernetzt und ihre Daten nicht sinnvoll genutzt werden.

Für die Nutzung der Cloud werden sich Unternehmen – insbesondere der mittelständischen Industrie – zusammenschließen müssen. Neutrale Cloud-Plattformen sind dafür eine Möglichkeit. Die zweite sind Plattformen, die von großen Konzernen eingerichtet werden. Siemens hat eine MindSphere - Siemens Cloud for Industry freigegeben. SAP baut eine IoT-Plattform, IBM und Microsoft ebenso. Die Cloud macht Analyse und Auswertung großer Datenmengen auch für kleine Unternehmen wirtschaftlich. Der Aufbau einer Cloud-Umgebung ist nur für Netzwerke oder Großkonzerne erschwinglich.

4. Smarte Industrieprodukte – Industrie 4.0 auf dem Weg in die Praxis

Industrie 4.0 ist eine Initiative, die mit der Übergabe der Ergebnisse einer Arbeitsgruppe aus Wissenschaft und Industrie an die Politik begann. Die damit geförderte und bewusst vorangetriebene Entwicklung hatte allerdings kein konkretes Anfangsdatum, sie war zu diesem Zeitpunkt bereits in vollem Gang. So gab es auch eine rege Debatte, ob es sich tatsächlich um eine Revolution oder eher um eine Evolution handelt. Den meisten Beteiligten war klar, dass diese Entwicklung nicht innerhalb kurzer Zeit abläuft, sondern sich über viele Jahre, vermutlich erneut über Jahrzehnte erstrecken wird. Und fünf Jahre, nachdem der Begriff geprägt wurde, ist das bereits bestätigt. In diesen fünf Jahren gibt es eine Reihe von Fortschritten, aber der größte Teil der Industrie ist von der Umsetzung der Vision in die Realität noch sehr weit entfernt. Und die infrastrukturellen Rahmenbedingungen sind ebenfalls beinahe unverändert.

Die Fortschritte sind sichtbar in zahlreichen Produkten, die nun wohl als «smarte» Produkte bezeichnet werden dürfen. Die Vereinigung *College International Pour La Recherche On Productique (CIRP)*, die *Internationale Akademie für Produktionstechnik*, hat auf der 23. CIRP Design Conference im März 2013 eine offizielle Definition von «Smart Products» verabschiedet. In SpringerReference findet sich folgende Formulierung, als deren Autor Prof. Michael Abramovici von der Ruhr-Universität Bochum genannt wird: "Smart Products are cyber-physical products/systems (CPS) which additionally use and integrate internet-based services in order to perform a required functionality. CPS are defined as 'intelligent' mechatronic products/systems capable of communicating and interacting with other

CPS by using different communication channels, i.e., the internet or wireless LAN.”[4] Smarte Produkte sind demnach cyber-physische Produkte oder Systeme mit integrierten, Internet-basierten Dienstleistungen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, sich über bereits erfolgreich abgeschlossene Projekte im Rahmen von Industrie 4.0 zu informieren. Hier eine kleine Auswahl wichtiger Quellen:

1. Die Plattform Industrie 4.0 steht seit April 2015 unter Leitung von Sigmar Gabriel, Bundesminister für Wirtschaft und Energie und Prof. Dr. Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung. Auf der Homepage der Plattform gibt es unter der Rubrik *In der Praxis* zahlreiche Anwendungsbeispiele, die im Detail erläutert werden. (<http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/in-der-praxis.html>)
2. Der von der Bundesregierung geförderte Spitzencluster *its OWL* (der Name steht für Intelligente, technische Systeme OstWestfalenLippe) begleitet die Umsetzung von insgesamt 47 Projekten, in denen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen gemeinsam neue Produkte, Technologien und Anwendungen zur Marktreife bringen. Zahlreiche Projekte sind bereits erfolgreich abgeschlossen. (<http://www.its-owl.de/projekte/>)
3. Die Unternehmensberatung Pierre Audoin Consultants (PAC) hat ein PAC Innovation Register online gestellt, in dem geprüfte und bewertete Fallbeispiele zu Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge gelistet werden. Derzeit wächst die Ende Februar 2016 knapp 200 Projekte umfassende Datenbank um circa 30 Beispiele pro Monat. (<https://www.pac-online.com/innovation-register-profiles-and-use-cases>)

Die Projekte sind vielfältig und umfassen Antriebe für Roboter ebenso wie selbstfahrende Lagerregale, selbstjustierende Scheinwerfertechnologie für Autos ebenso wie selbstkorrigierende Fertigung von elektrischer Verbindungstechnik. Derzeit zielen die meisten Projekte auf smarte Produkte oder auf eine smarte Fertigung. Nur wenige adressieren auch smarte Dienstleistungen. Auch die bei PAC genutzte Kategorie Knowledge Management, in der es um fachbereichsübergreifende und produktunabhängige Projekte geht, die etwa die Einführung neuer IT-Infrastrukturen oder neuer Engineering-Methoden betreffen, ist noch mit relativ wenigen Beispielen vertreten. Als besonders stark priorisierte Anwendungsbereiche kristallisieren sich vorausschauende Wartung und smarte Logistik heraus.

Bis vor Kurzem waren Kundendienst und Service in der Industrie, aber auch im Endkundengeschäft gekennzeichnet von einer für alle Beteiligten unbefriedigenden Situation: Ein Gerät funktioniert nicht, wie es soll, fällt aus oder muss abgeschaltet und außer Betrieb genommen werden. Der Service sucht nach der Ursache, notwendige Maßnahmen werden getroffen, Ersatzteile beschafft oder Reparaturen organisiert. Die Arbeit ist meist unbefriedigend, der Kunde nicht selten unzufrieden oder verärgert.

4 Ulrich Sendler (Hrsg.): Industrie 4.0 grenzenlos. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg 2016, S. 27

Schon die Möglichkeit, die Betriebsdaten des Gerätes auf Wunsch des Kunden kontinuierlich beim Hersteller (oder Händler) auszuwerten und zu überwachen, hat hier eine in gewissem Maß vorausschauende Wartung möglich gemacht. Dafür musste nur das Gerät mit einem Server beim Hersteller verbunden sein. Bestimmte Messwerte waren eindeutig als Warnung bevorstehender Ausfälle oder Fehlfunktionen zu interpretieren und führten zum Service-Einsatz, bevor der Kunde etwas gemerkt hatte.

Jetzt können Tausende gleichartiger Geräte – mit Kundenzustimmung – über die Cloud miteinander vernetzt und ausgewertet werden. Daraus lassen sich ganz andere Schlüsse ziehen, als aus dem Vergleich der Daten eines einzelnen Geräts mit seinen Solldaten. Ob Roboter oder Energieanlagen, ob Chemieprozess oder Autonutzung – der Nutzen solcher vorausschauender Wartung ist für die meisten Kunden größer als die Furcht vor dem Missbrauch der dafür zur Verfügung gestellten Gerätedaten.

Noch klarer ist der Nutzen des Internets der Dinge in der Logistik. Ein Beispiel, das weltweit für Beachtung sorgt, ist im Hamburger Hafen angesiedelt. Unter Beteiligung verschiedener Lösungsanbieter, in erster Linie der Telekom-Tochter T-Systems und SAP, hat die Hamburg Port Authority (HPA) ein Projekt gestartet, mit dem mehr Warenumsatz ermöglicht werden sollte, ohne dass die räumlichen Ausmaße der gesamten Hafenanlage verändert werden konnten. Was dabei herausgekommen ist, lässt den Hamburger Hafen zu einem Vorbild für die Lösung von Problemen werden, mit denen alle größeren Städte zunehmend konfrontiert sind. Smart Cities heißt der Begriff, der weltweit hierfür genutzt wird.

Im Hamburger Hafen werden Daten der Schiffe, der Hafenverwaltung, der Verloaderampen, der Parkräume, des Verkehrs und vieler anderer Quellen in einem System zusammengeführt, auf das alle Beteiligten über mobile Endgeräte Zugriff haben. Ein Lastwagenfahrer, dessen Beladung sich durch die Verspätung des Schiffs um zwei Stunden verschieben muss, wird nicht zum ursprünglich geplanten Zeitpunkt zum Kran gelenkt, sondern direkt auf einen freien Parkplatz, und pünktlich zum Anlegen des Schiffes zur Aufnahme der Container. Kürzere Lade- und Entladezeiten, vermiedene Staus auf den Verkehrswegen im Hafengelände und auf den Zufahrtswegen, Vermeidung unnötigen Verkehrs bei der Suche nach Parkplätzen – die Liste der Vorzüge der digitalen Hafenzulassung ist endlos.

Vernetzung von Geräten und beteiligten Menschen in der Logistikkette des Hamburger Hafens geben eine Vorstellung davon, wie viel das Internet der Dinge und Dienste für die Schonung der Umwelt und für die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen bietet. Dazu müssen sich die Verantwortlichen mit den Möglichkeiten vertraut machen, den Mut zu umfassenden Lösungen haben und sich mit Anbietern zusammentun, die solche Lösungen realisieren können.

Ein weiteres Beispiel, das die Auswirkungen der Digitalisierung und Vernetzung der Industrie besonders deutlich macht, ist die Automobilindustrie. Lange Zeit, als es vor allem um die IT-Unterstützung der Entwicklungs- und Fertigungsprozesse ging, galt diese Industrie als Vorreiter der Nutzung von Informationstechnik. Im November 2015 veröffentlichte das BMWi eine gemeinsam mit dem ZEW Mannheim und TNS Infratest durchgeführte Studie

über die deutsche Digitalwirtschaft sowie den Digitalisierungsgrad deutscher Wirtschaftssektoren – mit besonders schlechten Noten für die Autoindustrie. Dem *Monitoring-Report Wirtschaft Digital 2015* zufolge befindet sich der Fahrzeugbau mit einem Indexwert von 37 gemeinsam mit dem Gesundheitswesen und dem sonstigen verarbeitenden Gewerbe (beide 36) in der untersten Kategorie der "stark unterdurchschnittlich digitalisierten"[5] Bereiche.

Unter den Projekten zu Industrie 4.0 findet sich beispielsweise ARVIDA (Angewandte Referenzarchitektur für virtuelle Dienste und Anwendungen), womit die breite Anwendung von Virtueller Realität (VR) und Augmented Reality (AR) in der automobilen Produktentwicklung gefördert werden soll. Dieses Projekt wird vom BMBF über drei Jahre mit 29,5 Millionen Euro gefördert und hat 23 Industrie- und Forschungspartner. Bei PAC steht Volkswagen dafür in der Datenbank. IWEPRO (Intelligente selbstorganisierende Werkstattproduktion), ein anderes Beispiel, ist ein von Opel koordiniertes und ebenfalls vom BMBF gefördertes Projekt, das unmittelbar auf die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion zielt. Hier versucht die Automobilindustrie die Initiative Industrie 4.0 für eine weitere Optimierung der IT-unterstützten Prozesse zu nutzen.

Auf der anderen Seite werden die Produkte, die Autos, immer mehr zu vernetzten Systemen. Dafür verfügen die Hersteller aber nicht über einen durchgängigen digitalen Datenfluss, mit dessen Hilfe sie Daten aus der Entwicklung für den Betrieb nutzen könnten, oder über den sie die aus dem Fahrbetrieb verfügbaren Daten mit den Produktdaten koppeln und sinnvoll auswerten könnten. Es sind erst wenige spezifische Dienstleistungen verfügbar, die den Fahrzeugnutzern angeboten werden könnten. Noch absolute Ausnahme ist hierzulande, was Tesla in den USA längst praktiziert: dass Software während der Nutzung des Fahrzeugs aufgespielt wird. Nicht einmal ist es üblich, dass Fahrzeughalter darüber informiert werden, wenn es für die Software ihres Autos eine neue Version gibt, die sie aufspielen lassen könnten. Und erst sehr wenige Dienstleistungen auf Basis der Fahrzeugvernetzung werden angeboten.

Auf dieser Seite sehen sich die Autohersteller im Übrigen als Konkurrenten von Google und Apple, weshalb Audi, BMW und Daimler 2015 gemeinsam den Nokia-Kartendienst Here gekauft haben, um sich von den US-Konzernen unabhängig zu machen. Das Ziel ist dennoch kaum ein anderes als das der Internet-Giganten: die persönlichen Bewegungsdaten der Fahrzeugnutzer für den Vertrieb von Dienstleistungen zu nutzen, die unmittelbar an die Autohersteller gekoppelt werden. Es wird interessant sein zu beobachten, ob die Hersteller dafür die Erlaubnis der Fahrzeughalter und -nutzer einholen oder ob sie – wie Google – davon ausgehen, dass persönliche Daten dem gehören, der sie auszuwerten versteht.

Unabhängig von den Strategien der Hersteller allerdings ist die Vernetzung der Fahrzeuge im Internet der Dinge ein Faktum, das sich für eine grundlegende Veränderung der Verkehrsentwicklung einsetzen lässt. Was im Hamburger Hafen für LKW und Schiffe funktioniert, ist für den Gesamtverkehr in den Städten und auch auf dem Land das Vorbild. Die Daten der Fahrzeuge selbst geben die besten Verkehrsdaten ab, wenn sie unabhängig von

den Herstellern verfügbar sind. Gekoppelt mit Daten über Klima, Parkraum, öffentliche Veranstaltungen und anderes mehr bieten sie die Grundlage für eine Optimierung des Verkehrsflusses, die für jeden Verkehrsteilnehmer spürbar sein wird. Gleichgültig, ob er sich zu Fuß oder mit irgendeinem Verkehrsmittel bewegt.

5. Die Chancen von Industrie 4.0 – was ist zu tun?

Die Industrie hat sich auf den Weg gemacht. Technische Wissenschaft und Forschung sowie die Bundesregierung unterstützen sie dabei. Mit Dr. Constanze Kurz leitet eine Vertreterin der IG Metall eine von fünf Arbeitsgruppen der Plattform Industrie 4.0, nämlich die AG Arbeit, Aus- und Weiterbildung. Und doch gibt es viel Handlungsbedarf, denn eine Reihe von Themen kann die Initiative allein und mit ihren bisherigen Ansätzen nicht wirksam bearbeiten. Und Vernetzung ist noch in einem ganz anderen Sinn angesagt als dem des Internets der Dinge.

5.1 Kampf um die Industriedaten

Maschinenlernen ist ein neuer Geschäftszweig der IT-Industrie. Am 25. März 2016 veröffentlichte die *New York Times* einen Artikel mit der Überschrift: «Der Wettlauf um die Kontrolle Künstlicher Intelligenz und um die Zukunft der Technik hat begonnen». Der Markt von Anwendungen mit Maschinenlernen werde, so die Technologieanalysten der International Data Corporation (IDC), bis 2020 auf 40 Milliarden US-Dollar wachsen, und 60 Prozent dieser Anwendungen werde auf Plattformen von Amazon, Google, IBM und Microsoft laufen. Einer der wesentlichen Bestandteile für Industrie 4.0 kommt also aus den USA. Hier ist eine starke Position in der deutschen Fertigungsindustrie nicht ausreichend, um sich zu behaupten und auch hinsichtlich des Geschäfts mit den Industriedaten die Nase vorn zu haben.^[6]

Für die Wirtschaft und die Regierung der USA ist das Industrial Internet die logische Fortsetzung ihrer Erfolge in den vergangenen 30 Jahren. Sie werden vor allem versuchen, durch eigene Standards und Vereinbarungen diese Entwicklung abzusichern, und dies ist eines der Kernthemen des Industrial Internet Consortiums (IIC). Die im März 2016 angekündigte Zusammenarbeit der beiden Plattformen gerade hinsichtlich der Standardisie-

6 New York Times, 25. März 2016: „Der Wettlauf um die Kontrolle künstlicher Intelligenz und um die Zukunft der Technik hat begonnen“

rung und der Referenzarchitekturen, die auch auf der Hannover Messe 2016 durch zahlreiche gemeinsame Auftritte untermauert wurde, ist nicht nur eine gute Nachricht. Wie wird hier verhandelt? Zuständig ist gegenwärtig derselbe Staatsminister des BMWi, Matthias Machnig, der auch für die Bundesregierung die Feder in den TTIP-Verhandlungen führt. So wie dort wäre auch im Falle der Plattform Industrie 4.0 größtmögliche Transparenz wünschenswert. Es geht um Coopetition. Ihre Stärke und ihre Position im Internet der Dinge muss sich die deutsche Industrie erst noch erkämpfen. Es ist gut, dass von der Plattform verschiedene Initiativen bezüglich Standardisierung angestoßen werden, zuletzt mit Japan und Frankreich. Aber die Hauptauseinandersetzung wird sich zwischen Deutschland und der EU auf der einen und den USA auf der anderen abspielen.

Im Grunde sind Industrie 4.0 und die anderen Initiativen ein sehr anschauliches Beispiel dafür, was Globalisierung bedeutet und bedeuten kann. Kein Land der Welt allein hat die Kompetenzen, die für die nächsten Entwicklungsschritte der Industrie nötig sind. Sinnvoll wäre eine partnerschaftliche Zusammenarbeit, in der alle Länder ihr Bestes beitragen, aber auch den größtmöglichen Nutzen aus der Zusammenarbeit ziehen können. China etwa hat großen Nachholbedarf und möchte doch schon bald Industrienation Nr. 1 sein. Daran hindern können wird China voraussichtlich niemand. Aber einen Nutzen davon, wie ökologisch und ethisch verantwortungsbewusst China diesen Schritt geht, wird die ganze Welt haben.

5.2 Den Mittelstand gewinnen

Bisher ist es der Plattform nicht gelungen, die mittelständische Industrie in Deutschland in größerem Umfang für die digitale Transformation der Unternehmen zu begeistern. Sind kleine Unternehmen in den USA oft Start-up-Firmen, die mit disruptiven Innovationen den Markt verändern, so sind sie in Deutschland eher traditionelle Familienunternehmen, die für Kontinuität stehen. Aber diese kleinen und mittleren Unternehmen machen gerade die Stärke der deutschen Industrie aus. Ohne sie wird der digitale Wandel schwer zu schaffen sein.

Betrachtet man die von der Plattform Industrie 4.0 auf ihrer Homepage veröffentlichten 207 Praxisprojekte, fällt auf, dass deutlich weniger als die Hälfte davon auf Unternehmen mit weniger als 5.000 Mitarbeitern entfallen. Dagegen erweisen sich einige Großunternehmen als besonders aktiv und sind in einer Reihe von Projekten führend: Siemens (16), Bosch (14), ABB (10) und Telekom (8). Das steht in einem krassen Missverhältnis zum Anteil der kleineren Unternehmen an der Gesamtindustrie. Beispielsweise verzeichnete das verarbeitende Gewerbe laut Angaben des Statistischen Bundesamts vom Januar 2014 einen KMU-Anteil von 97,4 Prozent, wobei als KMU Unternehmen mit bis zu 500 Mitarbeitern und weniger als 50 Millionen Euro Jahresumsatz zählen. Rund 45 Prozent aller Beschäftigten in der Fertigungsindustrie sind Mitarbeiter von KMU. [7]

7 Statistisches Bundesamt, Januar 2014

Als Maßnahme des BMWi wurden Ende 2015 fünf Kompetenzzentren «Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse» gebildet, und vier ergänzende «Mittelstand 4.0-Agenturen» sollen ihre Expertise einbringen. Das geschah im Rahmen des Förderschwerpunkts «Mittelstand-Digital – IKT-Anwendungen in der Wirtschaft», der Unternehmen beim effizienten Einsatz von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien unterstützen soll. Darin waren bereits 15 Förderprojekte zum Thema eStandards und 15 unter dem Motto «Usability für den Mittelstand» enthalten.

Die Kompetenzzentren sollen den KMU die Möglichkeit bieten, weitgehend kostenlos Testumgebungen zu nutzen, um eigene Ideen auszuprobieren und mit Fachleuten zu besprechen. Das ist ein guter Ansatz. Für die Gewinnung von Unternehmenslenkern im Mittelstand, die der Digitalisierung skeptisch gegenüberstehen, werden zusätzliche Anstrengungen nötig sein. Für dieses Zielpublikum ist die Digitalisierung ein Thema, das regelrechte missionarische Tätigkeit erfordert. Heute übliche Veröffentlichungen und Veranstaltungen einschließlich etwa Podiumsdiskussionen während Hannover Messe oder IT-Gipfel richten sich in aller Regel an diejenigen, die die Notwendigkeit des Handelns bereits erkannt haben. Es geht aber auch um die Mehrheit, bei der dies nicht der Fall ist.

Hier fehlt es an Plattformen für das engagierte Gespräch mit interessierten Unternehmern und ihren Beschäftigten. Die meisten Menschen wissen ja gar nicht, was hinter Schlagworten wie Industrie 4.0 oder Internet der Dinge steht. Die große Herausforderung besteht darin, solche Diskussionsplattformen anzubieten, die auch diejenigen ansprechen, die der Entwicklung der Technik skeptisch gegenüberstehen. Meist beruhen ihre Skepsis und ihre Bedenken auf einem Mangel an Informationen. In einem mittelständischen Unternehmen fehlt es fast immer an Geld und Zeit für solche Debatten. Sie müssen aber geführt und deshalb von außen angeboten werden.

5.3 Die Digitalisierung nicht den Technologen überlassen

Die Digitalisierung der Industrie birgt viele Chancen. Am offensichtlichsten sind diejenigen, die eine Erleichterung von Arbeit und Leben betreffen, die Übernahme weiterer kräfteaufwendender und nervenzehrender Routinetätigkeiten etwa, wie das Anbringen von Kunststoffteilen im fast fertig zusammengebauten Auto auf dem laufenden Fließband. Oder die Abnahme von unproduktiven, un kreativen und lästigen Tätigkeiten im täglichen Leben, etwa das Suchen eines städtischen Parkplatzes und das Einparken dort.

Weniger offensichtlich sind die Chancen, mit denen nicht unmittelbar ein Geschäftsmodell verknüpft werden kann. Wenn Maschinen lernen können, welches Material und welche Art von Energie sie während ihres Betriebs verwenden, könnten sie ja auch lernen, dabei wählerisch zu sein. Der Mensch könnte ihnen beibringen, keine ungesunden, schwer recycelbaren Stoffe zu verwenden und auf der Nutzung erneuerbarer Energie zu bestehen. Dazu müssten die Maschinen nicht nur entsprechend programmiert werden. Es müssten entsprechende Gesetze auf den Weg gebracht werden. Und dazu müsste eine gesellschaftliche und wissenschaftliche Debatte begonnen werden, die weit über den Kreis der Technikwissenschaften und der technischen Forschung hinausgeht.

Derzeit dreht sich die Debatte über Industrie 4.0 darum, was technisch machbar ist und was wirtschaftlich erfolgreich sein könnte. Denn wie immer bei technologischen Entwicklungssprüngen diskutieren die Techniker, Softwarespezialisten und Ingenieure nur miteinander. Auf Veranstaltungen zu Industrie 4.0 taucht keine Philosophin auf, kein Soziologe, keine Linguistikerin. Als Stefan Liske, Vertreter des kleinen Berliner Unternehmens PCH Innovations, das als Innovations-Scout tätig ist, vor 660 IT-Spezialisten des ProSTEP Symposiums, einer Veranstaltung rund um das Thema Produkt-Lebenszyklus Management (PLM), im April 2016 sein Erstaunen zum Ausdruck brachte, dass ethische Fragen von keiner einzigen der vielen Organisationen zu Industrie 4.0 behandelt würden, löste dies unter den Beteiligten keine Diskussion aus. Umgekehrt erlebt man auf einer deutsch-chinesischen Innovationskonferenz des Bundesforschungsministeriums, dass der Begriff Industrie 4.0 häufig fällt, aber ohne jeden Bezug zur technologischen Veränderung, um die es dabei geht. Und ohne einen einzigen Vertreter der technischen Seite.

Gegenwärtig versuchen Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften, ihre jahrhundertlang unüberbrückbaren Gräben zu überwinden. Gestützt auf die Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte, auf computergestützte, bildgebende Verfahren, auf Algorithmen der Datenanalyse, sollen gemeinsame Ansätze gefunden werden, die menschliche Erkenntnis auf eine neue Stufe zu heben. Ein ganz konkretes Handlungsfeld dafür ist Industrie 4.0. Nur durch die Vernetzung von Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften können die Chancen der Digitalisierung der Industrie in großem Umfang genutzt, die Risiken rechtzeitig erkannt und in Schach gehalten werden.

Sonst kann es leicht geschehen, dass über die Begeisterung für eine neue Initiative für den Standort Deutschland eine unmittelbar zuvor in Gang gekommene wieder aus dem Blickfeld rückt. 2011, ein Jahr bevor Industrie 4.0 auf der Hannover Messe vorgestellt wurde, lautete das Motto dieser größten Industriemesse der Welt «Greentelligence». Seither ist in den Leitmotiven nur von der technischen Seite die Rede, in verschiedenen Varianten wird «Integrated Industry» gespielt. Als könnte Greentelligence nicht mit den neuen Möglichkeiten der digitalisierten Industrie noch besser verfolgt werden.

5.4 Das Bildungssystem auf den Prüfstand stellen

Die Ausbildung in Deutschland ist für viele Länder der Welt vorbildhaft. Insbesondere das Modell der dualen Bildung hat viel dazu beigetragen, dass unsere Industrie eine so starke Position auf dem Weltmarkt erobern und halten konnte. Aber für eine Industrie, die sich auf das Internet der Dinge ausrichtet, ist das derzeitige Bildungssystem nicht ausgelegt und nicht passend.

In der Schule fehlt es an Lehr- und Übungsstoff, der die Schülerinnen und Schüler an Fragen der Technologie heranführt und sie für Fragen der Technik interessiert. An den Hochschulen ist der Lehr- und Forschungsinhalt in Fakultäten aufgeteilt, wie sie sich im letzten Jahrhundert entwickelt haben. In den technischen Studiengängen entsprechen diese Fakultäten den Fachdisziplinen, wie sie für eine arbeitsteilige, automatisierte Industrie bisher

der Normalfall waren. Im Maschinenbau steht die Mechanik-Konstruktion im Zentrum. In der Informatik wird nach Anwendungssoftware und Standardsoftware unterschieden. Doch wenn der Softwarespezialist mit dem Maschinenbauer an einem cybertronischen System für autonomes Fahren arbeitet, dann betreten sie Neuland, auf das sie kaum an einer Universität vorbereitet werden konnten.

Es gibt einzelne Einrichtungen, die das Thema Systementwicklung ins Zentrum stellen, etwa das Heinz Nixdorf Institut in Paderborn. Aber auch fünf Jahre nach dem Start der Initiative Industrie 4.0 ist nicht erkennbar, dass sich an der generellen Ausrichtung der Fakultäten irgendetwas geändert hätte.

Die bayrische Landesregierung hat im Juli 2015 das Zentrum Digitalisierung Bayern eröffnet. Unter anderem wurden durch das Zentrum bereits im Startjahr 20 neue Professuren geschaffen: zehn an Universitäten, zehn an Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW). Darunter befinden sich der Lehrstuhl für Embedded Intelligence for Health Care and Wellbeing an der Universität Augsburg, der Lehrstuhl für Digital Industrial Service Systems an der Universität Erlangen-Nürnberg, der Lehrstuhl für Cyber-Physical Systems in Production Engineering, der Lehrstuhl für Physical Human-Machine Interfaces an der HAW Augsburg oder der für Mensch-Maschine-Interaktion im Internet der Dinge an der HAW Coburg.

Am 11. März 2016 fand in Nordrhein-Westfalen ein Bildungskongress der Landesregierung zum Thema «Lernen im Digitalen Wandel» statt. Ministerpräsidentin Hannelore Kraft sagte bei der Eröffnung: «Wir wollen gemeinsam das Lernen im Digitalen Wandel gestalten. Nordrhein-Westfalen geht wieder einmal voran – mit dem bundesweit ersten Kongress einer Landesregierung zum Thema digitale Bildung für alle Lebensbereiche. Denn Bildung ist und bleibt die Grundlage für sozialen Zusammenhalt und wirtschaftlichen Erfolg. [8]» Unbegreiflich: fünf Jahre nach dem Start von Industrie 4.0 ein erster Bildungskongress in einem einzigen Bundesland.

Unter den 207 auf der Plattform Industrie 4.0 gelisteten Projekten widmen sich nur sechs der Aus- und Weiterbildung. Sie verteilen sich auf drei Projekte in Bayern sowie jeweils eins in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz. Lediglich der Academy Cube in Rheinland-Pfalz, auf Initiative von SAP 2013 als Weiterbildungs- und Netzwerkplattform im Bereich MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) ins Leben gerufen, adressiert dabei den Fachkräftemangel und die identifizierten Qualifizierungslücken durch speziell geförderte Business-Communities. Ein intelligentes Matching-System verbindet Weiterbildungsangebote mit offenen Stellen, was die Chancen von Arbeitssuchenden verbessert.

Um die Fachkräfte für eine digitalisierte Industrie zu haben, wird Deutschland schnell Maßnahmen ergreifen müssen. Dabei könnte hilfreich sein, dass das BMBF Mitglied der

8 Ministerpräsidentin Hannelore Kraft: Eröffnungsrede des Bildungskongresses Lernen im Digitalen Wandel, 11. März 2016

Leitung der Plattform Industrie 4.0 ist. Aber derzeit scheint die Bildungshoheit der Länder zu verhindern, dass unabhängig von einzelnen Länderinitiativen das Bildungssystem insgesamt auf den Prüfstand gestellt wird.

Internationale Standardisierung, Gewinnung des Mittelstands für die Digitalisierung, Vernetzung der Technikwissenschaft mit den Geistes- und Sozialwissenschaften, Runderneuerung des Bildungssystems – um Industrie 4.0 als Chance für den Industriestandort Deutschland und gleichzeitig als Chance für einen ökologisch bewussten Eingriff in die Weiterentwicklung der Industrie zu nutzen, gibt es eine breite Palette von Handlungsfeldern, aber bisher noch wenig Ansätze, an denen man sich orientieren könnte.

5.5 Die Chancen der Digitalisierung für den ökologischen Umbau identifizieren und nutzen

Noch sind die großen Chancen, die Digitalisierung und Vernetzung für den ökologischen Umbau bieten, kaum im Blick. Gerade in dieser Richtung wird noch viel zu wenig geforscht und vorangetrieben.

Die digitale, modulare und standardisierte Mikronetzlösung, die im Herbst 2016 von ABB angekündigt wurde, ist ein Beispiel. Die gesamte für den Betrieb benötigte Ausrüstung, Stromrichter, Leitsystem und batteriebasierter Energiespeicher, sind in einem Container integriert und leicht transportierbar. Der Nutzer kann bei der Konfiguration zwischen den Energiequellen Sonne, Wind, Hauptnetz oder Dieselgenerator wählen. Die dezentrale Energieversorgung schreitet voran.

Aber wir haben jetzt die technologischen Möglichkeiten, viel weiter zu gehen. Wir können den Maschinen und Anlagen, den Autos und Zügen eine gewisse ökologische Intelligenz einbauen. Softwaregesteuerte Gewährleistung von Energieeffizienz und Rohstoffeinsparung sind machbar. Warum werden sie nicht gefördert oder - wo nötig und sinnvoll - erzwungen?

Logistik-Programme wie im Hamburger Hafen werden derzeit vor allem dort umgesetzt, wo sie sich unmittelbar wirtschaftlich rechnen lassen. Es müssen aber entsprechende Programme im Interesse der Menschen in allen Ballungsgebieten finanziert werden, auch wenn sie keinen direkten Gewinn versprechen. Solche Programme brauchen Anreiz, damit sich die Informatiker und Unternehmer finden, die hier ihre Schwerpunkte setzen. Schon mittelfristig sind dies Felder, auf denen neue Arbeitsplätze durch neue Wirtschaftszweige entstehen.

Die Energiewende wäre ohne smart Grids nicht denkbar, im Bereich der Mobilität, des Wohnens, der Logistik spielen digitale Lösungen eine immer größere Rolle. Eine systematische Betrachtung der ökologischen Potentiale inklusive konkreter Handlungsempfehlungen und Instrumentenkasten für die Politik liegt bisher nicht vor. Eine solche Betrachtung und Herangehensweise wird aber dringend benötigt, um alle Potentiale, die die neuen Technologien bieten, zu nutzen.

Der Autor

Ulrich Sandler, Jahrgang 1951, ist Diplomingenieur der Feinwerktechnik, hat CAD-Software entwickelt und arbeitet seit 1989 freiberuflich als unabhängiger Technologieanalyst und Fachautor. Seit 2012 betreibt er das unabhängige Nachrichten- und Wissenschaftsportal www.PLMportal.org. Sein Spezialgebiet ist der Einsatz von Software in der Industrie. Sein Buch *Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM* war das erste Buch zu Industrie 4.0. Auf Chinesisch ist es zu einem Bestseller geworden.

Empfehlungen

Veranstaltungen

netz:regeln 2016 **Digitale Transformationen – Ökonomische, ökologische und soziale Potentiale des neuen Maschinenzeitalters**

Konferenz, 3. November 2016, Heinrich-Böll-Stiftung, Anmeldung erforderlich

I Monika Steins **E** steins@boell.de **T** 030 285 34 – 244 **W** calendar.boell.de

Veranstaltungsreihe – **Immer in Bewegung?** – Mobilität zwischen modernem Freiheitsverständnis und ökologischer Vernunft

18. November/ 12. Dezember 2016, jeweils 19 Uhr, Heinrich-Böll-Stiftung

I Zoha Aghamehdi **E** aghamehdi@boell.de **T** 030 285 34 – 253 **W** calendar.boell.de

Publikationen

Kohleatlas – Daten und Fakten über einen globalen Brennstoff

Heinrich-Böll-Stiftung in Kooperation mit BUND, 1. Aufl., Berlin 2015,

W boell.de/kohleatlas

OBEN – Ihr Flugbegleiter

Hrsg. von der Heinrich-Böll-Stiftung und der Airbus Group, 1. Auflage, Berlin 2016

W boell.de/oben

Impressum

Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung e.V., Schumannstraße 8, 10117 Berlin

Kontakt: Referat Wirtschaft und Finanzen, Ute Brümmer, **E** bruemmer@boell.de

Erscheinungsort: www.boell.de

Erscheinungsdatum: Oktober 2016

Lizenz: [Creative Commons.\(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Verfügbare Ausgaben unter: www.boell.de/brief

Abonnement (per E-Mail) unter: themen.boell.de

Die vorliegende Publikation spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung der Heinrich-Böll-Stiftung wider.