



Foto: Fotolia

Christian Ramsauer

Industrie 4.0 – Die Produktion der Zukunft

Outsourcing und Dienstleistung waren um die Jahrtausendwende die Themen schlechthin, heute ist es wieder die Produktion. Der starke Fokus auf Outsourcing und Dienstleistung führt langfristig zur erheblichen Reduktion des Lebensstandards von Industrienationen wie USA, Deutschland aber auch Österreich. Die Auswirkungen sind beispielsweise in England – der Wiege der industriellen Revolution – mit dem Fokus auf Finanzdienstleistung schon zu spüren. Neben Low-Tech Produkten werden zunehmend High-Tech Produkte im fernen Osten produziert. Zeitverzögert wandert auch die Know-How intensive Produktentwicklung dorthin ab. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 soll den Trend aufhalten und die heimische Produktion in Europa wieder stärken.

1 Einleitung

Das Thema „Zukunft der Produktion“ wird derzeit intensiv diskutiert. Es geht dabei vor allem um die Sicherung des Produktionsstandortes und damit der heimischen Arbeitsplätze. Die Gesetzgeber in Westeuropa und den Vereinigten Staaten von Amerika unternehmen verstärkt Anstrengungen, um die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Industriebetriebe zu stärken. Es wurde erkannt, dass ein hohes Maß an Outsourcing und die Verlagerung der Produktion in Niedriglohnländer langfristig auch die Abwanderung der Forschung & Entwicklung zur Folge hat und damit ganze Industrien für immer abwandern.¹

Daraus lässt sich ableiten, dass die physische Nähe von Produktion und Produktentwicklung im Sinne des „Simultaneous Engineering“ für die

Innovationsfähigkeit eines Landes von großer Bedeutung ist.

Noch vor einigen Jahren wurde die Realwirtschaft mit Industrie und Handel als Ökonomie der Vergangenheit angesehen. Outsourcing war um die Jahrtausendwende das weitgehend dominierende Thema. Die Finanzwirtschaft und andere Dienstleistungen wurden als Konjunkturtreiber gesehen. Asien profitierte vom „Outsourcing“-Boom der westlichen Länder und hat sogar bei der Produktion von „High-Tech“-Produkten kontinuierlich zugelegt. In Europa ist die Handelsbilanz von „High-Tech“-Produkten schon seit langem negativ, allerdings ist die Situation seit dem Jahr 2002 besser als in den USA, der Trend ist aber seit 2002 ebenso negativ.

Im Jahr 2011 rief der Präsident der USA, dieses Land ist seit über 100 Jahren der größte Produzent, die sogenannte „Advanced Manufacturing

Partnership“ (AMP) aus. Erklärtes Ziel ist es, die Rückverlagerung der Produktion in die USA durch eine aktive Industriepolitik zu erleichtern und damit neue Arbeitsplätze zu schaffen. Ein wesentlicher Anstoß für die Initiative der US-Regierung war das oben genannte Absacken der Handelsbilanz von „High-Tech“-Produkten seit 2001.

In ihrem Bericht des AMP Steering Committees im Juli 2012 wurden 16 Handlungsempfehlungen vorgeschlagen, zum Beispiel die Gründung eines „National Network of Manufacturing Innovation Institutes“ (NNMII) mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der US-Unternehmen zu steigern. Insgesamt entstehen gerade 15 Institute, die von der US-Regierung mit 1 Milliarde US-Dollar finanziert werden.² Im Jahr 2013 stellt die US-Administration ein

² President's Council of Advisors on Science and Technology - PCAST (2012)

¹ vgl. Pisano (2012) S. 25

im Vergleich zum Vorjahr um nochmals ca. 20 % höheres Budget (2,2 Milliarden US-Dollar) an Fördermitteln für Produktionsforschung zur Verfügung.

In Österreich und Deutschland laufen wir Gefahr, unseren Lebensstandard langfristig zu verlieren, wenn es uns nicht gelingt, in die Zukunft unserer Industriebetriebe und damit in die Produktion zu investieren. Man kann Österreich - im Gegensatz zur

2 Industrie 4.0 – Die Produktion der Zukunft?

Die Industrie in Deutschland ist nach der Finanzkrise stark wie nie zuvor und verantwortlich dafür, dass das Land als Konjunkturlokomotive Europas gilt. Der Anteil der Industrie an der Bruttowertschöpfung betrug 2012 in Deutschland 26 %, dies ist deutlich höher als im Vergleich zu den USA (17 %) und Großbritannien (16 %). Nur Japan hat unter den etablierten Industrienationen einen ähnlich hohen Anteil.⁶

Die deutsche Bundesregierung hat zur Sicherung und Stärkung der Industrie das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ im Aktionsplan zur Hightech-Strategie 2020 im November 2011 verabschiedet. „Industrie 4.0“ wurde im Januar 2011 durch die Promotorengruppe „Kommunikation“ der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft initiiert. Als Ergebnis wurden Handlungsempfehlungen an die deutsche Bundesregierung übergeben. Der Abschlussbericht des Arbeitskreises „Industrie 4.0“ dient

als Grundlage für die „Plattform Industrie 4.0“, die im April 2013 ihre Arbeit in Deutschland aufgenommen hat.

Auf den Punkt gebracht bringt die „Industrie 4.0“ aktuelle Trends aus der Welt der Informations- und Kommunikationstechnologie in industrielle Produktionssysteme. Dadurch entsteht ein neues Leitbild für die Industrie.

Begonnen hat der Prozess der Industrialisierung mit der Einführung mechanischer Produktionsanlagen nach der Erfindung der Dampfmaschine Ende des 18. Jahrhunderts. Die Massenproduktion von Gütern mittels Fließbandfertigung nach Frederick Taylor, insbesondere mit Hilfe der Elektrizität seit Beginn des 20. Jahrhunderts, stellt die zweite Stufe dar. Die dritte industrielle Revolution wurde vor allem durch den Einsatz von Elektronik, Informationstechnologien und die Automatisierung vorangetrieben.⁸ Nun stehen wir am Beginn der vierten Industriellen Revolution. Das Internet der Dinge und Dienste, als Teil von „Smart Factory“ und Treiber dieser Revolution, unterstützt Unternehmen darin, ihre Produktionsanlagen, Materialien, Logistischen Systeme und Produkte als „Cyber-Physical Systems“ (CPS) weltweit zu vernetzen.

Das Ziel dieser vierten Revolution ist es, intelligente Maschinen, Logistiksysteme und Betriebsmittel zu schaf-

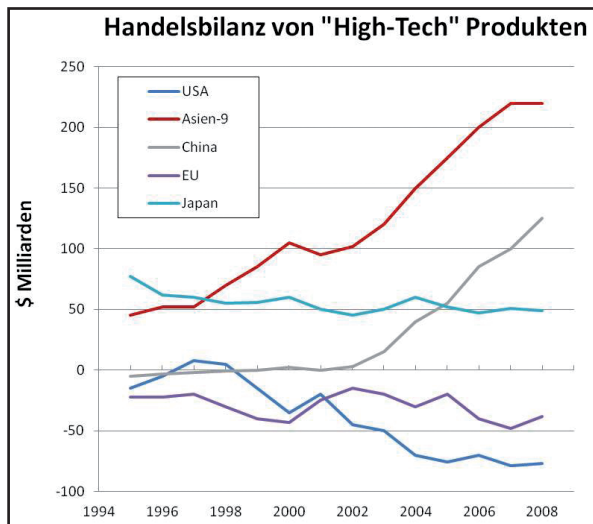


ABBILDUNG 1: HANDELSBILANZ VON „HIGH-TECH“-PRODUKTEN FÜR EINZELNE REGIONEN ZWISCHEN 1995 UND 2008⁴

häufigen Volksmeinung - klar als Industrieland bezeichnen.³

Ein klares Zeichen setzte auch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie in Wien. Es veröffentlichte am 7. Mai 2013 die neue Initiative „Produktion der Zukunft“ mit einem Fördervolumen von 22 Mio. EUR und stellte fest:

„Die volkswirtschaftliche Leistungskraft Österreichs ist maßgeblich von der sachgütererzeugenden Industrie abhängig. Die Fähigkeit, international konkurrenzfähige Produkte herzustellen und Produktivitätssteigerung zu erzielen, ist dabei zentral für das Wirtschaftswachstum eines hoch industrialisierten und wissensbasierten Landes wie Österreich. Darin liegt auch in Zukunft eine unverzichtbare Basis für Wertschöpfung und Beschäftigung“⁵.

lungen an die deutsche Bundesregierung übergeben. Der Abschlussbericht des Arbeitskreises „Industrie 4.0“ dient

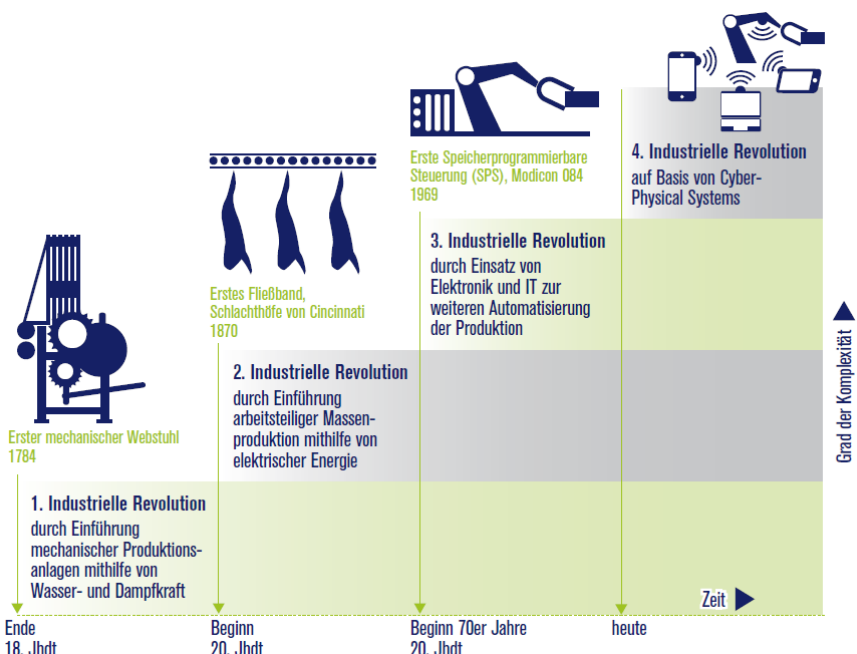


ABBILDUNG 2: DIE VIER STUFEN DER INDUSTRIELLEN REVOLUTION⁷

3 vgl. Ramsauer C. (2013), S. 1

4 President’s Council of Advisors on Science and Technology - PCAST (2012)

5 vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2013), S. 4

6 vgl. Oxford Economics in Handelsblatt Nr. 067 (2013), S. 1

7 Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S. 17

8 vgl. Ramsauer (2009), S. 11-32

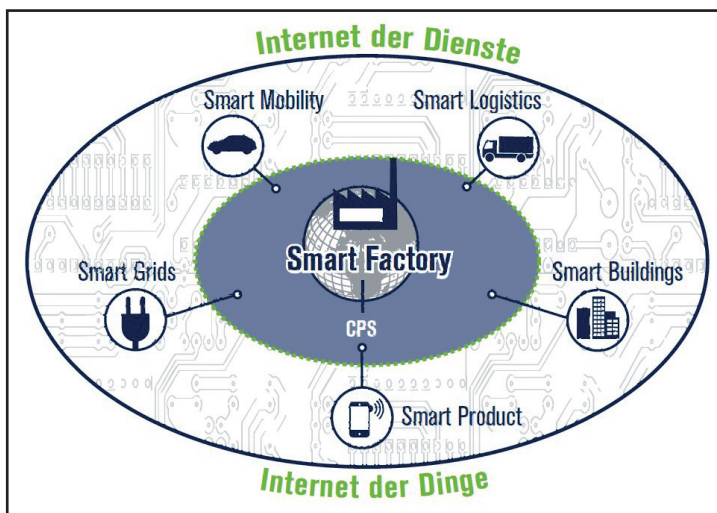


ABBILDUNG 3: SMART FACTORY ALS TEIL DES INTERNETS DER DINGE UND DIENSTE INNERHALB DER INDUSTRIE 4.0⁹

fen, welche untereinander eigenständig Informationen austauschen, geeignete Aktionen auslösen und sich gegenseitig sogar selbständig steuern können. Der Vorteil wäre natürlich, dass sich industrielle Prozesse in der Produktion, des Materialeinsatzes sowie des Lieferketten- und Lebenszyklusmanagements grundlegend verbessern lassen. In dieser neu entstehenden „Smart Factory“ herrscht eine völlig neue Produktionslogik: Intelligente Produkte sind identifizierbar, jederzeit lokalisierbar und kennen ihren aktuellen Zustand sowie alternative Wege zum Ziel. Die „Smart Factory“ beherrscht Komplexität und ist weniger anfällig auf Störungen.¹⁰ Insgesamt kann damit unter anderem auch die Ressourceneffizienz der Produktion bezüglich Materialeinsatz, Energieeinsatz und menschlicher Arbeit deutlich gesteigert werden.

Abbildung 3 zeigt den Zusammenhang der Smart Factory mit weiteren intelligenten Systemen innerhalb des Internets der Dinge und Dienstleistungen als Basis des „Cyber-Physical Systems“ (CPS) für „Industrie 4.0“.

3 Internet der Dinge und Dienste

CYBER-PHYSICAL SYSTEMS: In solchen Systemen, die meist sehr komplex aufgebaut sind, geht es vor allem um die Verbindung von Informations- und

⁹ Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S. 23

¹⁰ vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S.5 und S.23

Der Einsatz solcher Systeme in der Produktion wird dann auch oft als Cyber-Physical Production Systems (CPPS) beschrieben.

SMART FACTORY: Beschreibt ein neues Konzept in der Produktion mit einer wertschöpfungsorientierten Prozessgestaltung durch Integration von Informationsmanagement von der Planung bis zur Ergebnisdokumentation, unter Anwendung der RFID-Technik. Ziel ist es ein transparentes und optimiertes Produktionsressourcenmanagement zu realisieren.

SMART PRODUCT: Bezeichnung für physische Produkte, die selbst Daten für ihr eigenes virtuelles Abbild zur Verfügung stellen können. Damit wird der Arbeitsplan zur Fertigung und die Geschichte des Produktes am Produkt selbst gespeichert und abgefragt. Die Produktionsmaschine weiß beispielsweise beim scannen des Produktes welches CNC-Programm zu starten ist.

SMART GRID: Unter Smart Grid versteht man intelligente Stromnetze die eine Vernetzung und Steuerung von elektrischen Verbrauchern, elektrischen Speichern und Stromerzeugern ermöglichen. Ziel ist es die Energieversorgung effizienter zu gestalten und Verbraucherspitzen abzufedern.

SMART BUILDINGS: Die „smarte“ Verknüpfung von Schichtplänen mit der Steuerung von Gebäuden im Facility-Management bietet weitere hohe Einsparpotenziale. Dies ist insbesondere aufgrund der zu erwarteten

Softwaretechnologien mit mechanischen und elektronischen Teilen, die, zum Beispiel über das Internet, miteinander kommunizieren. Somit können viele Vorteile geschaffen werden, welche dann unter anderem in der Smart Factory genutzt werden können.

Steigerung der personenseitigen Kapazitätsflexibilität ein Thema. Derzeit kommunizieren ERP-Systeme mit den Schichtplänen noch selten mit den Gebäudesteuerungen für Lüftung, Klima und Heizung. Hallen werden oft beheizt, obwohl Schichten ausfallen. Energiespitzen entstehen häufig durch beinahe gleichzeitiges Einschalten von vielen Verbrauchern bei Schichtbeginn. Eine intelligente Kommunikation der zukünftigen „Smart Factory“ mit den „Smart Buildings“ ist notwendig und hat enormes Energieeinsparpotenzial.

SMART LOGISTICS: Smart Logistics umfasst einerseits Smart Products und andererseits Smart Services innerhalb der Logistik. Sie befreit Personen von Steuerungsaktivitäten, welche direkt an die Produkte weitergegeben werden können. Ein Vorteil ist, dass die Logistik dadurch unsichtbar wird und weniger Arbeitsaufwand für die handelnden Personen bedeutet.¹¹

SMART MOBILITY: Smart Mobility wird als ein Angebot definiert, das eine „energieeffiziente“, „emissionsarme“, „sichere“, „komfortable“ und „kostengünstige“ Mobilität ermöglicht und das vom Verkehrsteilnehmer intelligent genutzt wird. Dabei geht es nicht um neue Infrastruktur sondern vielmehr um die Optimierung der Nutzung der vorhandenen Angebote durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).¹²

4 Erwartete Potentiale und Handlungsfelder von Industrie 4.0

Die „Smart Factory“ kann individuelle Kundenwünsche berücksichtigen und selbst Einzelstücke rentabel produzieren. Die Produktionsprozesse können dynamisch gestaltet werden und flexibel auf Störungen und Ausfälle reagieren. Ein weiterer Punkt ist die Transparenz, die vor allem dabei unterstützt, gute Entscheidungen zu treffen. Dadurch können mit der „Industrie 4.0“ neue Formen der Wertschöpfung und neuartige Geschäftsmodelle entstehen.

Weiteres kann die „Industrie 4.0“ einen Beitrag zur Bewältigung aktueller Herausforderungen, wie zum Beispiel der Ressourcen- und Energieeffizienz

¹¹ Uckelmann D. (2008), S. 276

¹² Wollte S. (2012), S. 528

und des demographischen Wandels, leisten. Ressourcenproduktivität und -effizienz lassen sich in der „Industrie 4.0“ fortlaufend und über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk hinweg verbessern. Mitarbeiter können sich dank intelligenter Assistenzsysteme auf die kreativen und wertschöpfenden Tätigkeiten konzentrieren und werden bei Routineaufgaben entlastet. Die „Industrie 4.0“ kann die Wettbewerbsfähigkeit von Hochlohnländern als Produktionsstandort stärken und damit den Wohlstand in diesen Ländern sichern. Folgende weitere Handlungsfelder sind im Bericht vom April 2013 explizit angeführt:¹³

- Ressourceneffizienz
- Standardisierung und offene Standards für Referenzarchitektur
- Beherrschung komplexer Systeme für die Industrie
- Flächendeckende Breitbandinfrastruktur
- Sicherheit als erfolgskritischer Faktor für „Industrie 4.0“
- Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung im digitalen Industriezeitalter
- Aus- und Weiterbildung für „Industrie 4.0“
- Rechtliche Rahmenbedingungen

5 Ressourceneffizienz im Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“

Die Effizienz („Die Dinge richtig tun“) ist eine Kenngröße des operativen Managements und hat die Einhaltung des Rationalprinzips zum Ziel. Wenn man darauf abzielt, einen möglichst niedrigen Einsatz von Ressourcen bei gegebener Produktionsmenge (Output) zu erreichen, dann spricht man von Ressourceneffizienz (sog. Minimalprinzip).¹⁴

Zielt man darauf ab, mit gegebenem Ressourceneinsatz (Input) einen möglichst hohen Produktionsausstoß (Output) zu realisieren, spricht man von Ressourcenproduktivität (sog. Maximalprinzip). Die Materialeinsatzproduktivität, die Arbeitsproduktivität oder die Energieeinsatzproduktivität sind als Beispiele für die Ressourcen

Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Human Ressourcen (menschliche Arbeitskraft) und Energie zu nennen.

Die Ressourceneffizienz ist, als wesentlicher Bestandteil des Zukunftsprojektes „Industrie 4.0“, ein bedeutender Faktor zur Erhaltung des Industriestandortes in Europa. Ansteigende Rohstoff- und Energiepreise führen bei oft gleichzeitig sinkender Verfügbarkeit zwangsläufig zu Engpässen in der Produktion. Europa verfügt im Vergleich zu manch anderen Erdteilen über weniger Lagerstätten von Erdöl und Erdgas oder anderen Rohstoffvorkommen wie Eisen oder seltenen Erden und ist daher stärker von anderen Regionen abhängig.

Während beispielsweise Chinas Energieversorgung durch enorme Kohlelagerstätten noch lange gesichert bleibt, tragen in den USA die kürzlich entdeckten Schiefergasquellen zur Versorgungssicherheit und der dadurch geringeren Energiepreise klar zum Wettbewerbsvorteil für die USA bei. Die wachsende Weltbevölkerung sowie das sich ändernde Konsumverhalten in Bezug auf Mobilität und Wohnraum, insbesondere in den Schwellenländern, führen zu einer Erhöhung des Ressourcenverbrauchs. Aber auch der Faktor Mensch (Human Ressource) spielt im Umfeld der Ressourceneffizienz eine bedeutende Rolle.

Die sogenannten 3 M's „Mensch, Material und Maschine“ sind maßgebliche Produktionsfaktoren, die Gutenberg schon Ende der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts identifiziert hat. Heute sprechen wir im Wesentlichen von 4 Ressourcen, die innerhalb der Produktion das Objekt für Effizienz darstellen:

- Energieressourcen
- Materialressourcen im Sinne von Rohstoffen, Hilfsstoffen und Betriebsstoffen
- Human Ressourcen im Sinne der Notwendigkeit für menschliche Arbeit
- Finanzielle Ressourcen im Sinne von Betriebskosten und Investitionen für Betriebsmittel, Infrastruktur und Gebäude

Energieeffizienz – Effizienz beim Energieeinsatz

Der Energieverbrauch für die Industrie in einem Industrieland ist beträchtlich. 30 % beträgt der Anteil der Industrie am Endenergieverbrauch in Deutschland. Damit ist die Industrie der größte Verbraucher von Endenergie. Etwa 60 % des Energieverbrauches der Industrie fallen dabei auf Prozesswärme, die meist ungenutzt bleibt.¹⁵

Materialeffizienz – Effizienz bei Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffen

Die Materialaufwände sind innerhalb der Gewinn- und Verlustrechnung eines Unternehmens im verarbeitenden Gewerbe beachtlich. Über 40 % der Herstellkosten, manchmal sogar der Gesamtkosten sind Materialkosten. In einer deutschen Studie schätzten die befragten Betriebe im verarbeitenden Gewerbe ihr Potenzial bei Materialeinsparungen im Durchschnitt auf sieben Prozent ein.¹⁶

Ein großer Teil des Materialeinsparpotentials ist innerhalb der Produktionsprozesse zu finden. Insbesondere der durch Anlaufverluste verursachte Ausschuss oder die Überproduktion weisen ein enormes Materialeffizienzpotenzial auf. Weiteres ist die Stabilität der Prozesse eine Voraussetzung für geringen Ausschuss. Optimierung von Verschnitten und dadurch Verringerung des Abfalls ist ein weiterer Angriffspunkt für Effizienzsteigerung. Stark beeinflussen kann man die Materialeffizienz vor allem auch in der Produktentwicklung durch die Material- bzw. Werkstoffwahl.

Wenn man die Materialeinsparung mit der aufgrund der letzten Jahre zu erwartenden Preisentwicklung kombiniert wird deutlich, dass wir nicht nur Einsparpotenziale heben können sondern aufgrund der Verknappung der Ressource „Rohstoff“ auch heben müssen. In der folgenden Grafik wird die enorme Entwicklung der Preise für Metalle und Mineralien zwischen 1960 und 2010 dargestellt.

¹⁵ vgl. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen in Handelsblatt Nr. 067 (2013), S.6
¹⁶ vgl. Schroeter M., Lerch C., Jaeger A. (2011), S. 2

¹³ Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S. 5; S.43-67
¹⁴ vgl. Wohinz, J. et al (2010/11) S. 21

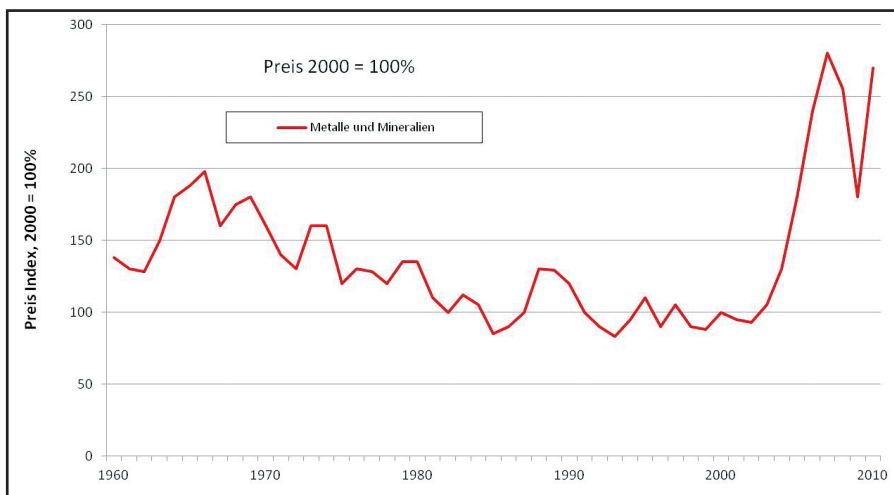


ABBILDUNG 4: PREISENTWICKLUNG FÜR METALLE UND MINERALIEN VON 1960 - 2010 (2000 = 100 %) ¹⁷

Effizienz bei „Human“ Ressourcen

Der arbeitende Mensch wird in der Produktion der Zukunft weiterhin im Mittelpunkt stehen, die Anforderungen werden sich allerdings verschieben. Diese Änderungen und die Effizienz bei „Human“ Ressourcen innerhalb der Industrie 4.0, werden im Kapitel 8 näher erläutert.

Effizienz bei finanziellen Ressourcen

Ziel eines Unternehmens oder einer Industrie ist es, mit möglichst geringen finanziellen Mitteln im Sinne von Investitionen und Betriebskosten Output-Ziele zu erreichen. Dementsprechend ist es nicht sinnvoll, Überkapazitäten zu installieren und somit hohe Investitionen für Betriebsmittel und -anlagen, Gebäude und die notwendige Infrastruktur zu tätigen. Eine sinnvolle Gesamtanlageneffektivität (OEE, Overall Equipment Effectiveness) ist aber anzustreben. Dabei gilt ein besonderes Augenmerk der Verfügbarkeit der Anlagen. Häufig ist eine geringe Anlagenverfügbarkeit der Auslöser für Investitionen. Hohe Betriebskosten durch beispielsweise hohe Energiekosten oder hohe Wartungskosten können ebenso Auslöser für Investitionen sein.

6 Offene Standards für Referenzarchitektur

Das Ziel ist die unternehmensübergreifende Vernetzung und Integration über gesamte Wertschöpfungsnetzwerke.

¹⁷ vgl. World Bank Commodity Price Data (2012), S. 15

Dies gelingt nur mithilfe gemeinsamer und einheitlicher Standards. Für deren Beschreibung und Umsetzung ist eine Referenzarchitektur notwendig. Die Herausforderung der Zukunft wird es sein, diese Referenzarchitektur zu schaffen. Es ist eine umfassende Standardisierung notwendig, in der die Mechanismen der Zusammenarbeit und die auszutauschenden Informationen festgelegt werden. Die technische Beschreibung und Umsetzung dieser Festlegung wird als Referenzarchitektur bezeichnet. Diese soll in Form von Software-Applikationen zur Verfügung gestellt werden. Da das Wertschöpfungsnetzwerk im Kontext von Industrie 4.0 aus vielen unterschiedlichen Firmen mit verschiedensten Geschäftsmodellen besteht, wird es eine Herkulesaufgabe sein, solche Referenzarchitekturen zu entwickeln. Es gilt, unterschiedliche Sichtweisen zu einer gemeinsamen, einheitlichen Sichtweise zusammen zu führen, indem man sich auf die grundlegenden Strukturierungsprinzipien sowie Schnittstellen und Daten einigt. ¹⁸

7 Sicherheit

Ein Produktionssystem, das mit Tablet-PCs über das Internet gesteuert werden kann wirft sofort Sicherheitsfragen auf. Es soll verhindert werden, dass „Hacker“ ins Produktionssystem eindringen können, dieses lahm legen oder für andere Zwecke nutzen können. Die Betriebs- und Angriffssicher-

¹⁸ Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S. 6, S.43

heit sind in Industrie 4.0 Produktionssystemen als sehr kritisch einzustufen. Es ist notwendig, Sicherheitsarchitekturen und Identitätsnachweise zu entwickeln und zu implementieren.

Neben einer deutlichen Komplexitätssteigerung beim Nachweis der funktionalen Sicherheit wurde auch das Thema Angriffssicherheit als Problem erkannt. Viele Sicherheitsfragen der heute etablierten Produktionssysteme sind noch nicht vollständig gelöst, vor allem Maßnahmen zur Erreichung von Angriffssicherheit werden nur langsam realisiert. Bei den „Cyber-Physical-Systems“-basierten Produktionssystemen in Industrie 4.0 handelt es sich um hochgradig vernetzte Systemstrukturen mit einer Vielzahl von Beteiligten. Zwischen den teilweise autonom agierenden, technischen Systemkomponenten findet ein intensiver und zeitkritischer Daten- und Informationsaustausch statt. Während die Betriebssicherheit eines gesamten Produktionssystems oft im Vordergrund steht, wirft die Angriffssicherheit ganz neue Fragestellungen auf. ¹⁹

8 Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung

Die Produktionssysteme der Zukunft werden gegenüber denen von heute an Flexibilität deutlich gewinnen. In vernetzten Fabriken werden die Einmalkosten zum Start einer neuen Serienproduktion sinken. Dadurch wird es möglich sein, Kleinserien oder sogar Losgröße 1 wirtschaftlich zu fertigen. Nimmt man die rasante Entwicklung der 3D-Drucker in die zukünftige Entwicklung der Produktion mit auf, kann hier eine noch nie dagewesene Flexibilität verwirklicht werden.

In einer Studie über die Produktionsarbeit der Zukunft wird deutlich, dass die Industrie mit einem deutlich steigenden Bedarf der kurzfristigen, personalseitigen Kapazitätsflexibilität rechnet (siehe Abbildung 5).

Dies hat Folgen für die derzeit existierenden Arbeitszeitmodelle der Gewerkschaften, in Österreich und Deutschland, wenn man die Kapazität an den Kapazitätsbedarf im Sinne der Vermeidung von Verschwendung

¹⁹ Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (2013), S.6

²⁰ vgl. Spah D. et al. (2013), S. 5

anpassen möchte. Neue Konzepte für die Planung und Steuerung der Produktion sind die Folge. Wochenpläne werden obsolet, weil die Ergebnisse der Studie eine deutliche Zunahme der Schwankungen des personalseitigen Kapazitätsbedarfes innerhalb eines Tages zeigen.

Die Rolle der Mitarbeiter wird sich auch aufgrund von virtuell gestalteten Arbeitsplattformen ändern. Die heute

9 Nutzung etablierter Technologien

Die Etablierung von Breitband Internet ist ein Ausgangspunkt zur Entwicklung von Industrie 4.0. Die Vernetzung etablierter Technologien mit Hilfe des Internets, ermöglicht die flächige Umsetzung dieser Technologien.

Beispielsweise ist die seit Jahren diskutierte zustandsorientierte Instandhaltung von Industrieanlagen von

matisch mit internen und externen Informationssystemen verknüpfen.²¹ Die Vorteile von RFID liegen vor allem im kontaktlosen Auslesen durch Radiowellen und in der Pulkerfassung zur gleichzeitigen Erfassung mehrerer Objekte. Weiters verfügt RFID über eine hohe Speicherkapazität. Das Produkt ist eindeutig identifizierbar und lokalisierbar und mit „Intelligenz“ versehen, der Arbeitsplan zeigt Alternativen bezüglich Fertigung oder Logistik auf. Damit können Arbeitspläne oder Materialien des Produktes am Produkt gespeichert werden und müssen nicht mehr in einem zentralen Produktionsplanungs- und -steuerungssystem aufwendig verwaltet werden.

10 Ausgewählte Forschungsprojekte

Am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung (IBL) und am Institute of Production Science and Management (PSM) werden gleich mehrere Forschungsprojekte zum Themenbereich Industrie 4.0 durchgeführt. Ein Konzept zur „digitalen Fabrik“ soll in einer hochvernetzten und -komplexen Fabrik die Angebotslegung beschleunigen und präzisieren. Ziel ist es, durch richtige Informationen in der Produktion die Treffsicherheit und Qualität der Angebote deutlich zu erhöhen, die Dauer für die Angebotslegung zu senken und den Verhandlungsspielraum mit dem Kunden aufzuzeigen. Ein weiteres Forschungsprojekt widmet sich dem Thema der Agilität von Fabriken aus der Sicht der OEMs sowie aus der Sicht der Zulieferindustrie.

Die Frage, wie „Flexibel“ und wie „Agil“ muss eine Fabrik konzipiert sein, wenn beispielsweise die Nachfrage deutlich nach unten oder deutlich nach oben geht, soll behandelt werden. Fragen, die derzeit in der Industrie in diesem Zusammenhang intensiv diskutiert werden, sind: Wie kann man Profitabilität gewährleisten, wenn die Auslastung deutlich einbricht? Welche Zusatzinvestitionen (Beispielsweise zusätzlich zum Toyota Produktionssystem (TPS)) sind dazu erforderlich und wie muss das System aussehen?

Die beiden Institute sind seit 2011 Teil der sogenannten Initiative „Smart Production Graz“ (SPG), der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften unter der Leitung von

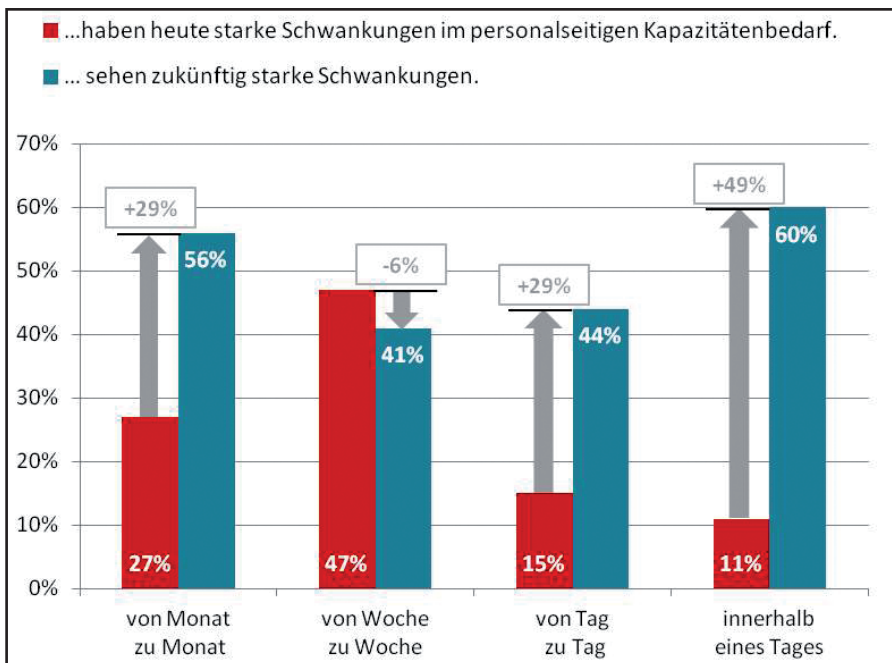


ABBILDUNG 5: STARKE SCHWANKUNGEN IM PERSONALSEITIGEN KAPAZITÄTSBEDARF²⁰

üblichen Mensch-Maschine-Interaktionen für Maschinenbediener, also zum Beispiel einige Aufgaben eines heutigen Bediener einer CNC-Drehmaschine, werden weniger physisch vor Ort durchgeführt, sondern können irgendwo im Produktionsgebäude, aber auch von einem anderen Ort aus mit Internetzugang durchgeführt werden. Dies hat zur Folge, dass sich Flexibilität, Arbeitszeitregelungen, Demografie aber auch Gesundheitsaspekte und damit die Arbeit als Ganzes wesentlich ändern werden. Sozialinnovationen sind gefragt, um diese neuen Herausforderungen von Industrie 4.0 zu meistern. Während sich die Arbeit von heutigen Maschinenbedienern verändern wird, ist anzunehmen, dass auch in Zukunft einfache Tätigkeiten am „Shopfloor“ zu erledigen sein werden und die „mannlose“ Fabrik, wie sie vor Jahrzehnten propagiert wurde, nicht das Ziel von Industrie 4.0 sein wird.

aktuellen Daten über den Zustand der Anlagen abhängig. Über Industrie 4.0 können diese Konzepte und Technologien nun Rückenwind erfahren, wenn über entsprechende Sensorik der aktuelle Zustand der Anlagen im Monitoringsystem der gesamten Produktion weltweit und „online“ in Echtzeit zugänglich gemacht wird. Mit der zustandsorientierten Instandhaltung können gegenüber der etablierten, zyklischen bzw. vorbeugenden Instandhaltung, die Kosten für Instandhaltung oft deutlich gesenkt werden.

Die aktuellen Entwicklungen im Bereich von passiven und aktiven Tags, die auf der Radio Frequency Identification (RFID)-Technologie aufbauen, werden die Art der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) verändern. Unternehmen können mit RFID ihr physisches Anlage- und Umlaufvermögen (Dinge) mit Intelligenz ausstatten und diese intelligenten Dinge auto-

²¹ Fleisch E. (2001), S. 6

Dekan Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christof Sommitsch. Gemeinsam mit den weiteren SPG Instituten Werkstoffkunde und Schweißtechnik, Technische Logistik, Werkzeugtechnik und spanlose Produktion, Fertigungstechnik und Maschinenbau und Betriebsinformatik wurde das Forschungsprojekt „Smart Shuttle“ initiiert. Dabei geht es um intelligente, selbstfahrende und mit dem Umfeld kommunizierende Shuttle-Systeme, insbesondere für die innerbetriebliche Logistik in Produktionsunternehmen.

II Zusammenfassung

Die Sicherung des Produktionsstandortes in Hochlohnländern ist spätestens seit 2011 durch die Priorisierung der Regierungen der bedeutenden Industrienationen USA und Deutschland ein industriepolitisches Thema, welches auch Österreich erfasst hat. Zahlreiche Förderprogramme treiben Investitionen in die Zukunft der Produktion voran. In Deutschland spricht man vom Zukunftsprojekt Industrie 4.0, das die „Smart Factory“ in den Mittelpunkt stellt.

Wir stehen am Beginn der vierten industriellen Revolution: Die Industrie 4.0 kann als neues Leitbild für die Industrie dienen und somit den Industriestandort Europa unterstützen. Dies ist vor allem durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien möglich. Es entsteht eine völlig neue Produktionslogik, die das Internet der Dinge und Dienste, als Teil von „Smart Factory“, anbietet. Unternehmen können ihre Produktionsanlagen, Materialien, Logistischen Systeme und Produkte als „Cyber-Physical Systems“ (CPS) weltweit vernetzen.

Die Ressourceneffizienz als Wettbewerbsfaktor und Teil der Industrie 4.0 spielt besonders für Hochlohnländer eine zentrale Rolle. Die teilweise zunehmende Ressourcenverknappung äußert sich in Preissteigerungen, die bis vor kurzem nicht vorstellbar waren. Dies ist ein weiterer Treiber für Initiativen im Bereich der Produktion der Zukunft. Institute der Technischen Universität Graz haben sich 2011 zur „Smart Production Graz“ Initiative zusammengeschlossen und leisten einen Beitrag zur Standortsicherung unserer Produktion.

12 Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen in Handelsblatt Nr. 067, 2013
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: FTI-Initiative Produktion der Zukunft - Innovative Technologien, Prozesse und neue Materialien als Schlüssel zur Industrie der Zukunft, Ausschreibungsleitfaden, 2013
- Fleisch E.: Von der Vernetzung von Unternehmen zur Vernetzung von Dingen, 2001
- Oxford Economics in Handelsblatt Nr. 067, 2013
- Pisano, G.; Shih W.: Does America Really Need Manufacturing, In: Harvard Business Review, 2012
- President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST): Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing. AMP Steering Committee Report, Juli 2012 sowie www.manufacturing.gov
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft; acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt/Main, 2013
- Ramsauer, C.: Production Strategy – Mastering the Dynamics of Globalization, 2009
- Ramsauer C. (Hrsg.): Industrial Engineering und Innovation – Techno-Ökonomie an der TU Graz, Graz, 2013
- Schroeter M., Lerch C., Jaeger A.: Materialeffizienz in der Produktion: Einsparpotenziale und Verbreitung von Konzepten zur Materialeinsparung im Verarbeitenden Gewerbe, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, 2011
- Spath D. et al.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, 2013
- Uckelmann D.: A definition approach to Smart Logistics, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2008

- Wohinz, J. et al.: Industriebetriebslehre, Vorlesungsskriptum, TU Graz, 2010/11
- Wollte S.: Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Großstädten, in: Proff H. et al.: Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität, Springer Verlag, Wiesbaden, 2012
- World Bank Commodity Price Data, in: Industriellenvereinigung: Rohstoffsicherheit 2020+ - Rohstoffe für eine ressourceneffiziente Industrie, Wien, 2012



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Christian Ramsauer

Vorstand des Institutes für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung (IBL) und Kurator des Institute of Production Science and Management (PSM) am FSI der TU Graz

Autor:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Priv.-Doz. Christian Ramsauer, Jahrgang 1968;

1987-1993 Studium Wirtschaftsingenieurwesen/Maschinenbau an der TU Graz;

1993-1997 Universitätsassistent am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der TU Graz, Abteilung Industriebetriebslehre und Innovationsforschung;

1997-1999 Visiting Scholar an der Harvard Business School in Boston, USA; 1999-2004 Management Consultant bei McKinsey&Company in Wien;

2005-2008 Geschäftsführender Gesellschafter der „UNTHA shredding technology“;

2010 Habilitation (Privatdozent) zum Thema „Produktionsstrategie“;

2010-2011 Geschäftsführer der Active Equity GmbH in München;

Seit 1.10.2011 Universitätsprofessor und Vorstand des Institutes für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung (IBL) und Kurator des Institute of Production Science and Management (PSM) am FSI der TU Graz.