

Aufgabenstellung

Thema: Industrie 4.0

1. Stellen Sie eine Gliederung zum beigefügten Text auf!
2. Nennen Sie die Kernaussagen des Textes!
3. Geben Sie eine Erklärung des Begriffes Industrie 4.0!
4. Wo sehen Sie die Vorteile von Industrie 4.0 und in welchen Bereichen wird Ihrer Meinung nach Industrie 4.0 zuerst eingesetzt?
5. Welche Risiken sehen Sie beim Einsatz von Industrie 4.0?

INDUSTRIE 4.0:

In der Zukunftsfabrik

Wenn IT- und Fertigungstechnik verschmelzen, können Waren ganz anders hergestellt werden. In ein paar Werkshallen lässt sich diese "Industrie 4.0" schon besichtigen von Iestyn Hartbrich

DIE ZEIT N° 05/201423. Januar 2014 07:00 Uhr 3 Kommentare

Die Fließbänder in der Lernfabrik der Universität Stuttgart stehen bereits still, als die Studenten sich zur letzten Übung des Semesters einfinden. Statt auf Roboter und Maschinen blicken sie auf eine Kühlbox voller Schokoladen-, Vanille- und Erdbeereis, auf eine Kiste mit Sahne und Schokosoße, mit Smarties, Keksen und Streusel.

Die angehenden Ingenieure und Ökonomen haben in der Vorlesung gelernt: Immer mehr Maschinen kommunizieren über das Internet. Fabriken werden autonomer. Und deshalb werden in Zukunft Industriegüter völlig anders hergestellt als heute. Im Prinzip. Wie das konkret funktioniert, das wollen die Dozenten den Studenten heute zeigen, und deshalb dürfen die sich jetzt ganz individuelle Eisbecher wünschen. Etwa Erdbeere mit Sahne und Smarties.

Jeder Student schreibt eine Zutatenliste für das eigene Wunsch-Eis. Was folgt, macht den Kern der zukünftigen Fabrik aus. Per Funk werden die Eisrezepte vom Computer auf sechs briefmarkengroße, rote Chips übertragen, einer für jeden Eisbecher. Jedem noch leeren Pappbecher in der physikalischen Welt ist nun ein digitales Rezept im Cyberspace zugeordnet. Im Ingenieurjargon handelt es sich deshalb auch nicht um Becher mit aufgeklebten Funkchips, sondern um cyberphysische Systeme.

Das reale Eis wird in drei Arbeitsschritten an drei verschiedenen Tischen zusammengestellt. Weniger wie in der Gelateria, eher wie am Fließband: zuerst die Kugeln der verschiedenen Sorten, dann die Soße, zuletzt die süße Dekoration. Für jeden Arbeitsschritt liegt ein Tablet-PC bereit, um die Funkchips auszulesen und nachzuschauen, welche Zutat in einen bestimmten Becher gehört, und zu protokollieren, wenn sie drin ist. Die Studenten könnten dieselbe Information auch in Echtzeit im Internet verfolgen.

Für sechs individuelle Eisbecher mag das nach unverhältnismäßigem Aufwand klingen. Aber, und das ist der Lerneffekt für die Stuttgarter Jung-Ingenieure: Ginge es um Hunderte Eisbecher, die womöglich aus Dutzenden Komponenten bestünden, dann könnte die Technik den Unterschied machen zwischen heillosem Chaos – und reibungsloser Produktion.

Informationstechnik, Telekommunikation und Fertigungsindustrie verschmelzen. Was die Studenten in die Maschinenhalle lockt, beschäftigt längst die Unternehmen und Forschungseinrichtungen: die Fabrik von morgen, etwas hochtrabend als "Industrie 4.0" bezeichnet. Das Ingenieursmodewort drückt den historischen Anspruch aus. Eine vierte industrielle Revolution soll – nach Jahrzehnten der Massenfertigung – die Rückkehr zum Unikat bringen.

Wie die Waren für unseren Alltag entstehen, das haben die ersten drei Revolutionen jeweils entscheidend verändert. In der ersten, eingeleitet durch die Erfindung der Dampfmaschine, übernahmen mechanische Geräte in großem Stil vormals händische Arbeiten. Einen zweiten, fast sprunghaften Produktivitätszuwachs brachte die Fließbandfertigung mit sich. Fords Modell T von 1914 steht für den Effekt hoher Stückzahlen. Die drastische Verbilligung (von damals *B50* auf 370 US-Dollar) machte das Automobil von einem Tag auf den anderen zu einer Ware für die Massen. In der dritten Umwälzung hielten Computer, Robotik und Automatisierung Einzug in die Fabriken. Nun also soll Nummer vier bevorstehen.

Welche Erwartungen daran geknüpft werden, konnten die Besucher der letzten Hannover-Messe bestaunen. Die größte Industrieschau der Welt wirkte 2013 fast wie die Computermesse Cebit: Unternehmen wie die Deutsche Telekom und IBM füllten beim traditionellen Branchentreffen der Automatisierer, Maschinen- und Anlagenbauer ganze Hallen. "Industrie 4.0" war an vielen Ständen das dominante Schlagwort. Das Credo der Aussteller: Damit die Fabrik der Zukunft flexibler, effizienter und intelligenter wird, sollen Maschinen, Anlagen und Produkte miteinander reden.

"Die Autonomie der Produktionsmittel nimmt immer weiter zu", sagt Wolfgang Wahlster, der das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) leitet. Der Informatiker vergleicht die Steuerung so einer neuartigen Fabrik mit einer Jazzband. "Es gibt ein grobes Schema, an das sich alle Maschinen halten müssen, aber es gibt auch Raum für Improvisation", sagt Wahlster. "Von der Kommunikation der Musiker untereinander hängt die Qualität ihres Zusammenspiels ab – das gilt auch für die Kommunikation zwischen Fertigungsmaschinen und entstehenden Produkten."

Ist das wirklich neu oder nur geschickt hochgejazzt? Schon heute spicken Anlagenbetreiber Maschinen mit Sensoren und Funkmodulen. Deren Daten helfen, Strom zu sparen, und warnen, wenn etwa Pumpen oder Motoren zu versagen drohen. Sie können dann ausgetauscht werden, bevor es zum Totalschaden kommt.

Bislang werden Fabriken noch zentral gesteuert. Das entspricht musikalisch gesehen einem klassischen Orchester, das dem Taktstock seines Dirigenten folgt. Künftig hingegen könnten Maschinen und Werkstücke selbst die Produktion organisieren: lauter cyberphysische Systeme, die improvisieren wie die Solisten in einer Jazzkapelle.

Beim schwäbischen Maschinenbauer Festo in Esslingen improvisieren vorerst Quallen, Roboterquallen. Es sind autonome Kreaturen mit Akkus, Funkmodulen und Leuchtdioden, die sich ein Schwimmbecken teilen. Die Aufgabe des Quallenschwarms: Er soll die wenigen an der Wasseroberfläche vorhandenen Akku-Ladestationen so gleichmäßig nutzen, dass immer möglichst viele Quallen einsatzfähig sind. Dazu können sich die künstlichen Tierchen nahe der Wasseroberfläche über Funk miteinander und mit den Ladestationen verständigen. Jeder der Aquaroboter verfügt, um Kollisionen unter Wasser zu vermeiden, über elf Leuchtdioden. Empfängt eine Qualle ein Lichtsignal eines anderen, sich nähernden Artgenossen, dann weicht sie rechtzeitig aus.

Einen Trupp autonom organisierter Maschinen birgt auch die Smart Factory des DFKI in Kaiserslautern. Auf einer prototypischen Produktionsstraße werden zu Forschungszwecken Schlüsselfinder gefertigt – kleine Anhänger, mit deren Hilfe sich verlorene Autoschlüssel wiederfinden lassen.

Für jeden Schlüsselfinder wird zunächst ein Computerprogramm geschrieben, das spezielle Kundenwünsche beinhaltet, etwa wenn ein Autokennzeichen eingraviert werden soll. Diese individuellen Wünsche werden auf Funkchips gespeichert, genau wie die Eisrezepte in der Lernfabrik. Das cyberphysische System aus Produkt und Funkchip durchläuft die Anlage auf einem Werkstückträger, einer Art fahrbarem Tablett. Über das Programm auf dem Chip nimmt der Schlüsselfinder mit den Werkzeugmaschinen und Robotern direkt Kontakt auf. So als fragte er: "Wer hat Zeit für mich? Wo bekomme ich hier meine Gravur?" Selbstständig einigen sie sich auf die notwendigen Bearbeitungsschritte. Diese Autonomie ist das Versprechen von Industrie 4.0.

Und so wolkig es für Laien klingen mag, so ernst nimmt der deutsche Mittelstand das Thema, genauer gesagt jene Automatisierer, Maschinen- und Anlagenbauer

wie Festo, die Produktionsstraßen verkaufen und ganze Fabriken einrichten. In der Umrüstung von Klassik auf Jazz sehen sie eine Chance, ihren technologischen Vorsprung gegenüber der Konkurrenz zu sichern. Ihre Kunden aus dem produzierenden Gewerbe locken sie mit hohen Produktivitätssteigerungen: Je nach Fabrik und Branche sollen 30 Prozent möglich sein.

Hornburg im Saarland, Bosch produziert hier Einspritzdüsen für Dieselmotoren, sogenannte Injektoren. Weiße Linien auf dem schmutzig-gelben Industriefußboden weisen Arbeitern in Overalls den Weg zwischen brummenden und ratternden Maschinen hindurch. In einem Bereich, der intern den Namen "Supermarkt" trägt, warten die Haltevorrichtungen für die Injektoren darauf, abgeholt zu werden. Der "Supermarkt" fasst zwei Reihen mit je vier Bodenrollern, auf denen wiederum jeweils acht Kisten mit je 40 Haltevorrichtungen Platz finden. Das macht 2560 Stück. Jede ist mit einem Funkchip versehen.

Zieht eine Arbeiterin einen Bodenroller aus dem "Supermarkt", passieren die Kisten eine Funkschranke, welche die Chips registriert und sowohl die Anzahl als auch die Identität erfasst. Die Information, dass ein Bodenroller fehlt, läuft nun an die vorgelagerte Fertigungsstufe, die Vormontage. Die Botschaft: "Wir brauchen Nachschub, ein neuer Bodenroller muss her."

Der Produktionsprozess für Injektoren verläuft in Stufen. In jeder wird immer nur so viel produziert, wie die nächste anfordert. Fast ist es, als erklänge Jazz in der Hornburger Fabrik. Aber erst ganz leise. Denn die einzelnen Injektoren kommunizieren nicht aktiv mit den Werkzeugmaschinen. Vielmehr werden ihre Wege und ihr Bearbeitungszustand passiv erfasst. Das allein wäre vielleicht Industrie 3.5 -wären nicht die Injektoren im Bosch-"Supermarkt" Teil einer viel größeren, digitalen Signalkette. Sie reicht weit über das Werk in Bad Hornburg hinaus.

Der Fabrikant Bosch, seine Abnehmer und auch jene Zulieferer, von denen Bosch Teile für die Injektoren bezieht, tauschen nämlich vollautomatisch Produktionsdaten aus, von der Autofabrik bis in die Gießerei: Wenn der Autobauer Opel heute eine Kiste mit Injektoren öffnet, erfährt Bosch sofort, dass nachproduziert werden muss. Jene Rohteile, die Bosch nicht selbst herstellt, werden dann ebenfalls automatisch nachbestellt – ein industrieller Dominoeffekt. Ingenieure nennen es vertikale Integration. In der Sprache der Musik ist dies keine Fingerübung mehr, sondern schon der Improvisationsteil.

"Zieh-Prinzip", sagt Andreas Müller. Der Fabrikplaner soll das System in allen Bosch-Werken für Autoteile einführen, Maschine für Maschine, Standort für

Standort. Das heißt: Nicht neu bauen auf der grünen Wiese, sondern bestehende Fabriken aufrüsten. "In Hornburg hat die Technik dazu geführt, dass die Logistik um zehn Prozent effizienter arbeitet", sagt Müller. "Denn erstens lässt sich der Weg jeder Kiste eindeutig zurückverfolgen und der Bearbeitungszustand der Injektoren angeben. Zweitens liegen hier jetzt keine Berge von Teilen mehr herum, wenn ein Autobauer gerade nicht produziert."

Wie aber steht es in vernetzten Fabriken um die Datensicherheit? Denn wenn ein Autohersteller wenig Injektoren kauft, kann Bosch daraus schließen, dass es ihm an Aufträgen mangelt. Unternehmen, deren Produktionsdaten so eng miteinander verknüpft sind, müssen sich gegenseitig vertrauen. Und sie brauchen ganz neue Sicherheitssoftware (siehe Interview).

Die allgegenwärtigen Informationsflüsse in den Zukunftsfabriken in den Griff zu bekommen, das bereitet jedem Planer Kopfzerbrechen. Denn mit der Autonomie wächst in den Werkshallen der Kommunikationsbedarf-zwischen Abertausenden Produkten, Hunderten Robotern, unzähligen Maschinen und Antrieben. Das Produkt teilt mit, dass es gelb angestrichen werden will; der Roboter, dass er die nächsten zehn Minuten belegt ist; und der Motor in der Bohrmaschine, dass er demnächst seinen Geist aufgeben wird. Sie alle melden dazu womöglich noch Energieverbräuche, Temperaturen und die Ladezustände ihrer Akkus. Aus Jazz wird erst Free Jazz – und dann ganz schnell Chaos. Denn wer vernetzt, der erhält einen Haufen Daten, die effizient ausgewertet werden müssen.

Spezialisten werden benötigt, um diese neuartigen Fabriken aufzubauen und instand zu halten. Es gebe noch zu wenige, die das könnten, sagt Detlef Zühlke, Inhaber des Lehrstuhls für Produktionsautomatisierung der Universität Kaiserslautern. Die Ausbildung müsse sich verändern. "Das gilt für Facharbeiter und Techniker sogar noch stärker als für Akademiker."

Soll die vierte industrielle Revolution nicht mangels Teilnehmern ausfallen, muss jemand die Kombination aus klassischem Maschinenbau und IT beherrschen – Fachkräfte wie die sechs Studenten in der Stuttgarter Lernfabrik. So wie sie ihr Eis zusammengestellt haben, sollen in Zukunft Autos, Flugzeuge und Schuhe hergestellt werden: individuelle Produkte, aber industriell gefertigt. "Die Produkte", sagt der Festo-Forschungschef Peter Post, "kommen nicht mehr von der Stange."

Das wäre tatsächlich eine radikale Abkehr von der Logik bisheriger Fertigung. Denn die vergangenen drei industriellen Umwälzungen haben dem Menschen

nicht nur die heutige Fülle der Waren (nebst Preisverfall) gebracht. Ihre Zwänge haben auch bestimmt, wie genau diese Waren aussehen: Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts werden vor allem solche Produkte hergestellt, die sich am effizientesten in großer Menge fertigen lassen. Ob am Fließband oder später in Roboterstraßen, das Dogma ist dasselbe: Hoch mit der Losgröße! So nennen Fabrikplaner die Anzahl identischer Produkte, die hintereinanderweg produziert werden kann.

Nur bei sehr hohen Losgrößen lohnt sich die Investition in teure, automatisierte Anlagen. Einfluss auf die Produktgestalt hat deshalb nur, wer nachher auch sehr viele Stücke kauft – Großkunden etwa. Allen anderen bleibt häufig nur das Produkt von der Stange.

Die Fabrik des neuen Typs hingegen wird viele kleine und größere Abweichungen von der Massengestalt zulassen. Im Extremfall: Einzelanfertigung, das hieße Losgröße eins.- Also einmal je eine Kugel Vanille und Erdbeere, dazu Sahne und Streusel und obendrauf ein Keks.

Endet das Diktat der Massenfertigung, profitiert der Kunde. Theoretisch. Aber wie soll er seine Wünsche äußern? Eine Ahnung bekommt, wer sich im Internet anschaut, wie Audi seine Kunden virtuelle Neuwagen konfigurieren lässt oder die Website mymuesli.de zum munteren Frühstücksflockenmischen einlädt (natürlich mit Bestellfunktion für die persönlichen Kreationen): So wie Verbraucher heute immer häufiger Produkte personalisieren können, wäre es künftig denkbar, dass Industriekunden sich schon in Konstruktion und Design einmischen. Einige Hersteller denken bereits darüber nach, Kundenwünsche in Form von Konstruktionszeichnungen digital entgegenzunehmen.

Die Jazzcombo: Nach dem technisch ausgefeilten Zusammenspiel der Jamsession und den virtuosen Soli im Improvisationsteil erinnert sie urplötzlich an das einsame Spiel eines barocken Organisten. Wieso? Weil individuelle Fertigung, eins zu eins nach Kundenwunsch, ausgerechnet an die Manufakturen des vorindustriellen Zeitalters erinnert. Womit, falls alle im Takt bleiben, die Industrie zu ihrem Ursprung zurückkehrt.

ADRESSE: <http://www.zeit.de/2014/05/zukunftsfabrik-industrie-4.0/komplettansicht>
Zur Startseite