

(R)Evolution 4.0

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Wahlster, einer der weltweit führenden Experten für Künstliche Intelligenz, gibt Einblicke in die industriellen Prozesse der Zukunft. In der Welt der so genannten ‚Industrie 4.0‘ verstehen Maschinen ihre Umgebung und tauschen sich miteinander per Internetprotokoll aus. Bereits in fünf Jahren sollen die ersten Fabriken der neuen industriellen Evolution in Betrieb gehen.

► **trends in automation:** Herr Prof. Wahlster, in Expertenrunden und Fachmedien fällt immer öfter der Begriff „Industrie 4.0“. Maschinen sollen in Zukunft miteinander kommunizieren und die klassische Industrieproduktion auf den Kopf stellen. Befinden wir uns tatsächlich, wie viele behaupten, auf dem Weg in die 4. industrielle Revolution?

Prof. Wolfgang Wahlster: Ja, mit cyber-physischen Produktionssystemen wird die bestehende Fertigungslogik revolutioniert, weil hier das einzelne Werkstück selbst bestimmt, welche Leistungen es von den Fabrikanlagen abrufen. Diese völlig neuartige Architektur von Produktionssystemen kann aber schrittweise durch die digitale Veredelung bestehender Fertigungsanlagen umgesetzt werden, sodass diese disruptive Idee nicht nur in völlig neuen Fabriken, sondern in einer Evolution auch in Bestandsfabriken inkrementell realisiert werden kann. Auch in der gegenwärtigen Industrie 3.0 erkennen wir bereits erste Anzeichen für den bevorstehenden Wandel von der starren zentralen Fabriksteuerung zu einer dezentralen Intelligenz. Immer mehr Sensoren erfassen immer genauer ihre Umgebung und treffen in eingebetteten Prozessorsystemen eigene

Entscheidungen unabhängig von einem zentralen Fertigungssteuerungssystem. Was heute noch fehlt, ist eine intensive kabellose Vernetzung der Komponenten untereinander, der permanente Austausch von Informationen, das Zusammenführen von verschiedenen Sensorauswertungen zur Erkennung komplexer Ereignisse und kritischer Zustände und deren situationsabhängige Interpretation sowie die weitere Handlungsplanung aufgrund dieser Erkenntnisse.

► Warum braucht die Industrieproduktion einen höheren Grad der Vernetzung intelligenter Maschinen?

Wahlster: In der heutigen Fabrikwelt entstehen riesige Datenmengen durch immer mehr Messpunkte, mit denen Maschinen zwar spielend fertig werden, die der Mensch aber nicht mehr schritthaltend verarbeiten kann. Daher ist es sinnvoll, dass in bestimmten Bereichen der Produktion Maschinen mit Maschinen kommunizieren. Man kann viele Prozesse effizienter, flexibler und kostengünstiger gestalten, indem man instrumentierte Umgebungen schafft. Dabei wird sehr kleine, preiswerte Funksensorik über eine Produktionsanlage verteilt, die es Objekten ermöglicht, ihre Umgebung zu erfassen und sich untereinander kabellos auszutauschen. Mehrere unterschiedliche technische Sensoren wie beispielsweise optische Sensoren, Druck-, Temperatur- und Infrarotsensoren fusionieren ein Gesamtbild der Situation, sie nehmen wahr, was gerade in ihrem Umfeld geschieht.

So werden in der Welt von Industrie 4.0 Produkte und Fertigungsanlagen zu aktiven Systemkomponenten, die ihre eigene Herstellung und Logistik steuern. Sie enthalten cyber-physische Systeme, welche die Cyberwelt des Internet mit der realen physischen Welt verknüpfen. Sie unterscheiden sich von heutigen mechatronischen Systemen jedoch durch die Fähigkeit, mit ihrer Umgebung zu interagieren, das eigene Verhalten in Abhängigkeit der Umgebungssituation zu planen und anzupassen sowie neue Verhaltensweisen und -strategien zu erlernen und sich somit selbst zu optimieren. Mit ihrer Hilfe lassen sich auch kleinste Losgrößen bei raschem Produktwechsel und hoher Variantenzahl effizient herstellen. Durch eingebettete Sensor-Aktuator-Komponenten, Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und aktive semantische Produktgedächtnisse werden neue Optimierungsverfahren für die Ressourcenschonung im industriellen Umfeld →

Zur Person

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Wahlster

Der promovierte Informatiker forscht und lehrt an der Universität des Saarlandes auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz. Wolfgang Wahlster ist Vorsitzender der Geschäftsführung und technisch-wissenschaftlicher Leiter des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern, Saarbrücken, Bremen und Berlin. Als Mitglied der Forschungsunion der Bundesregierung und als Vorsitzender des höchsten Beratungsgremiums der Europäischen Union zum Internet der Zukunft (FI-PPP Programm) berät er Europas politische Entscheidungsträger. Prof. Wahlster gilt weltweit als einer der führenden Experten auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz. Seine Forschungen wurden mit dem Zukunftspreis des Bundespräsidenten ausgezeichnet.

www.dfki.de





realisiert. Dies ermöglicht eine umweltschonende und in Zukunft sogar wieder eine urbane Produktion zu akzeptablen Kosten in Deutschland.

► Ergeben sich daraus nicht völlig neue Möglichkeiten der Produktion?

Wahlster: Ja, das Verstehen einer Situation durch Maschinen sorgt für eine völlig neue Qualität der industriellen Produktion. Aus dem Zusammenwirken vieler einzelner Teile entstehen Lösungen, die man so zuvor nicht in die Produktionsanlage einprogrammiert hat. In der Physik und Biologie nennt man dieses Phänomen Emergenz. Als Beispiel gilt der Ameisenstaat, in dem das einzelne Insekt nicht sonderlich intelligent ist, aus dem Zusammenspiel vieler Tiere jedoch erstaunliche Lösungen beispielsweise zur Futtersuche oder Feindabwehr hervor gehen. Das Gesamte ist mehr als die Summe seiner Teile. Dieses Phänomen entsteht auch in der Fabrik 4.0. Ist eine Komponente beschädigt oder fällt ein Teil ganz aus, entwickeln die restlichen funktionsfähigen Komponenten gemeinsam eine Art Selbstheilung, die den Schaden erkennt, sein Ausmaß einschätzt, alternative Lösungen für die anstehende Fertigungsaufgabe findet und entsprechende Wartungs- oder Reparaturarbeiten beauftragt, die dann natürlich wie bisher von Fachkräften ausgeführt werden müssen.

► Wie im Ameisenstaat erfordert dies aber auch eine hoch-effiziente Art der Kommunikation. Wie löst dies Industrie 4.0?

Wahlster: Ein entscheidender Erfolgsfaktor für Industrie 4.0 ist die intelligente Interpretation der Umgebungsinformation. Die Software spielt also eine zentrale Rolle. Sie soll die Sensorinformationen nicht nur aufnehmen und als Bitsequenz weitergeben, sie muss sie auch im Kontext inhaltlich verstehen. Dazu hat die Fabriksoftware der Zukunft auch ein Begriffssystem, mit dem die Funktion von Anlagekomponenten,

Produktionsaufgaben, Zustände und Ereignisse eindeutig beschrieben werden können. Bei Industrie 4.0 findet somit eine hochwertige semantische Kommunikation statt, die nicht nur die Menschen in der Fabrik, sondern auch die Fabrikmaschinen verstehen. Damit dies funktionieren kann, braucht man standardisierte Beschreibungssprachen und das Internet als Kommunikationsplattform in der Fabrik. Das heutige Chaos der unzähligen Bussysteme wird durch ein einziges weltweit standardisiertes Protokoll abgelöst: das Internetprotokoll auf echtzeitfähigem WLAN oder Ethernet.

► Industrie 4.0 bedient sich also des Internet zur Kommunikation zwischen Anlagenkomponenten?

Wahlster: Richtig, deshalb spricht man in diesem Zusammenhang auch vom „Internet der Dinge“. Die einzelnen Maschinen verfügen über miniaturisierte Webserver in der Größe eines Zuckerwürfels, die ihre Dienste anbieten und mit den im Fertigungsprozess befindlichen Werkstücken kommunizieren können. Ein Werkstück kann sich in Industrie 4.0 von einem mobilen Werkstückträger wie auf einem Marktplatz zu derjenigen Produktionskomponente als Diensteanbieter bringen lassen, die den nächsten benötigten Verarbeitungsschritt im Moment am schnellsten und kostengünstigsten realisieren kann. Die Verarbeitungskette kann so für jedes Werkstück als eine Art Navigation durch die Fabrik entstehen: Das ermöglicht ein Höchstmaß an Flexibilität, Ausfall- und Wundlungssicherheit für Industrie 4.0. In der so genannten wandelbaren Produktion von Industrie 4.0 teilt also der Rohling der Anlage mit, was diese aus und mit ihm machen soll. Die Anlagenkomponente muss dem Produkt wiederum in einer verständlichen Sprache übermitteln, welche Dienste sie ihm anbietet. Das Produkt entscheidet dann, ob und in welcher Form es die Leistung in Anspruch nimmt, und speichert das in seinem semantischen Produktgedächtnis.

► Gibt es dies heute schon in der industriellen Praxis?

„Von der Fabrik 4.0 profitiert unterm Strich vor allem einer: der Mensch.“

Wolfgang Wahlster, DFKI Saarbrücken

Wahlster: Ja, in der Logistik funktioniert das heute teilweise schon. So kann ein Produkt mit vorgeschriebener Höchsttemperatur in der Kühlkette durch ein in der Verpackung eingebautes cyber-physisches System während seines Transports selbst die Umgebungstemperatur überwachen. Ist eine festgelegte Schwelle überschritten, löst die Verpackung einen Alarm aus und beschwert sich z.B. bei dem Kühlwagen. Dieser kann reagieren und die Temperatur senken. Angewandt wird dies schon beim Transport von Blutplasmabeuteln. Der entscheidende Vorteil ist hierbei die direkte Kommunikation des Objekts mit der Klimasteuerung ohne die Notwendigkeit der menschlichen Interaktion.

► Wie lange wird es dauern, bis die ersten Industrie 4.0 Produktionsstätten ihre Arbeit aufnehmen und können auch bestehende Anlagen um- beziehungsweise auferüstet werden?

Wahlster: Der große Vorteil von Industrie 4.0 ist, dass es sich schrittweise umsetzen lässt. Mit dem Einsatz von cyber-physischen Systemen kann man eine Fabrik im laufenden Betrieb umstellen. Je nach Bedarf werden Sensoren integriert, Anlagenteile mit Miniaturservern versehen und die Bussysteme ersetzt. Auf diese Weise lassen sich zuerst einzelne Maschinen, dann die gesamte Anlage umwandeln. Aus der heute viel beschworenen „Revolution Industrie 4.0“ wird so eine maschinelle Evolution. Eine Fabrik 4.0 gibt es zurzeit allerdings noch nicht im kommerziellen Wirkbetrieb, doch Forschung und Industrie arbeiten mit Hochdruck daran.

Am DFKI in Kaiserslautern betreiben wir zusammen mit führenden Unternehmen des Anlagenbaus seit einigen Jahren die weltweit erste so genannte Smart Factory als Living Lab, die als Referenzarchitektur für Industrie 4.0 dient. Die ersten neuen Fabriken, die voll dem Prinzip Industrie 4.0 entsprechen, werden frühestens in fünf Jahren ihre Arbeit aufnehmen. Im Bereich der Um- und Aufrüstung von Bestandsanlagen geht es schneller. Hier kann davon ausgegangen werden,

dass die ersten Anlagen in zwei bis drei Jahren teilweise schon cyber-physische Produktionsprinzipien umsetzen.

Braucht die industrielle Produktion in Zukunft noch den Menschen?

Wahlster: Mehr denn je! Besonders als Unikate hergestellte komplexe Premiumprodukte sind ohne den Einsatz von Fachkräften nicht produzierbar. Aber in der Fabrik 4.0 folgt die Produktion dem Takt des Menschen und nicht umgekehrt, wie das heute bei zentraler Steuerung der Fall ist. Der Mensch übernimmt in Zukunft allerdings auch andere Aufgaben als heute. Eine neue Generation von intelligenten Leichtbaurobotern wird direkt mit ihm zusammenarbeiten. Der Roboter von Industrie 4.0 kooperiert aktiv mit dem Menschen, da er mittels seiner intelligenten Sensorik über humanoides Ausweichverhalten verfügt und so keine Gefahr mehr für ihn darstellt. Weil er seine Umwelt wahrnimmt und auch komplexe Situationen einzuschätzen weiß, unterstützt er Mitarbeiter bei ihren manuellen Tätigkeiten im Sinne eines industriellen Assistenzsystems. Ein Vorreiter auf diesem Gebiet ist Festo mit seinen Forschungen im Bereich der Bionik. Ein großer Schritt ist den engagierten Entwicklern mit dem bionischen Handling-Assistenten und der ExoHand gelungen. Sie sehen also, von der Fabrik 4.0 profitiert unterm Strich vor allem einer: der Mensch. ■