

Titelthema

Standort Deutschland

Fortschritte der Digitalen Transformation

Special

Nachhaltigkeit und »New Work«

Titelthema

Vision und Realität
Prof. Dr. Antonio Krüger

Special

Starke Investitionen
Die deutschen Klimaziele

Special

Gesundheitsmanagement
Neue strategische Thematiken

Zukunft der »Industrie 4.0«

Digitale Ökosysteme global gestalten

VOLKSWIRTSCHAFT Die ganze Welt ist im Wandel. Die Globalisierung hat einen Knacks. Die Wirtschaft leidet in der Sommerpause der Pandemie unter Lieferkettenproblemen, hohen Energiekosten, steigenden Preisen und anderen negativen Einflüssen mehr. Die Politik hat im Zeichen des Krieges in der Ukraine nichts weniger als eine Zeitenwende ausgerufen und der Zeitgeist ergrünt, um die Umwelt und das Klima zu schützen. Nachhaltigkeit ist das neue große Wort. Bei alledem bleibt die Digitalisierung das Projekt schlechthin.

Der Begriff »Industrie 4.0« wurde in einem Namensartikel geprägt, der am 1. April 2011 kurz vor der Hannover Messe in den VDI-Nachrichten erschien und immer noch sehr lesenswert ist. Die drei Autoren waren Professor Henning Kagermann, damals Präsident von »acatech«, der »Deutschen Akademie der Technikwissenschaften« e.V., Professor Wolf-Dieter Lukas, Abteilungsleiter, später Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), und Professor Wolfgang Wahlster, mein Vorgänger als CEO des DFKI. Dieser programmatische Beitrag hieß »Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution«.

Hintergrund war, dass die Bundesregierung von 2006 bis 2013 in ihrer damaligen »Forschungsunion Wirtschaft Wissenschaft« ein Beratungsgremium berufen hatte, um wissenschaftliche und wirtschaftliche Potenziale zu identifizieren, die insgesamt und sich ergänzend Chancen auf Sprunginnovationen mit erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung eröffnen sollten. Die erste strategische Aussage der Arbeitsgruppe war, auf Deutschland als Produktionsstandort zu setzen und ihn aktiv weiter zu entwickeln. Diese Emp-

fehlung basierte auch auf den frischen Erfahrungen aus der Finanz- und Eurokrise von 2008 bis 2010, die nicht durch die Dynamik des Dienstleistungssektors, sondern durch erfolgreiche Industrieproduktion überwunden wurde. Die Analyse der Megatrends, Entwicklungslinien und Anwendungsperspektiven ergab, dass die Verschränkung von Digitalisierung, Vernetzung, Sensorenentwicklung und industrieller »KI« ein neues Produkti-

»Wesentlich sind die drei Kernkonzepte, die »digitalen Zwillinge«, die dezentrale Steuerung und das aktive Produktgedächtnis«

onparadigma erzeugen kann, das Deutschlands Stärken nutzt, Wachstum sichert und dank technologischer, sozialer und organisatorischer Innovationen dafür sorgt, in der anbrechenden Ära der Plattformökonomie wettbewerbsfähig zu bleiben. Nach dem Kürzel »Web 2.0« war die »Industrie 4.0« der zweite »Versionsbegriff« seit der Jahrtausendwende, der rasch auf die Gesellschaft, auf Bildung, Arbeit und Mobilität übertragen und dann schließlich zu »Leben 4.0« generalisiert wurde.

Die »Industrie 4.0« kam jedoch nicht nur in der öffentlichen Wahrnehmung, sondern auch sehr bald im Maschinen- und Anlagenbau an. Laut einer Studie der Impuls-Stiftung erklärten bereits im Oktober 2015 über drei Viertel der Branchenunternehmen, dass es zum Selbstverständnis von Technologieführern gehöre, sich mit dem Thema zu befassen.

Wichtig für die breite Adaption war auch die Aussicht auf bessere, sinnvollere Tätigkeiten, einschließlich der Inklusion älterer und gehandicapter Menschen, durch autonome Systeme und durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze im »Near Shoring«, also im Wege der Rückverlagerung von Produktionsstätten nach Deutschland, um die Logistikkosten, die CO₂-Emissionen und die Abhängigkeit von den Kapriolen der internationalen Tagespolitik zu verringern. Lauter Maßnahmen also, um mehr Planungssicherheit zu bewirken.

In diesem Sinne stellt die »Industrie 4.0« den Menschen in den Mittelpunkt, außerdem die Umwelt und die Natur. Daher bestanden zwei ökologische Ziele sofort in der Ressourcen- und in der Energieeffizienz. Die »Industrie 4.0« kann tatsächlich einen erheblichen Beitrag zur Bewältigung der Klimakrise lei-

sten, und sie hat das Potential, eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren, die das Wirtschaftswachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppelt, um Wohlstandsverluste und eine daraus resultierende gesellschaftliche Spaltung zu vermeiden. Wesentlich sind die drei Kernkonzepte der »Industrie 4.0«, die »digitalen Zwillinge«, die dezentrale Steuerung und das aktive Produktgedächtnis.

Dadurch, so berichteten die Autoren schon 2011, ließen sich die ökonomischen und die ökologischen Anforderungen einer »grünen Produktion« für eine CO₂-neutrale, energieeffiziente Stadt erfüllen. Dies bezog sich unter anderem auf die urbane Produktion, also auf die Idee der nachbarschaftlichen Integration unserer Lebens- und Arbeitswelt, was ökologisch, aber auch sozial wünschenswert ist, da dieses Konzept die Wege zur Arbeit verkürzt und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie erleichtert.

Das »Produktgedächtnis« hatten wir am DFKI bereits seit 2008 in unserem Projekt SemProM bearbeitet, das Teil des IKT-2020 Forschungsprogramms des BMBF war, um die nächste Generation mobiler, eingebetteter und funkbasierter Elemente für die semantische Kommunikation zwischen Alltagsobjekten im Internet zu untersuchen. Konkret ging es darum, einen Rohling zu befähigen, auf alle Betriebs- und Maschinendaten zuzugreifen, um den gesamten Herstellungsprozess zu dokumentieren. Heute hat dieses Produktgedächtnis im Sinne des »Gesetzes über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten«, das im Juni 2021 vom Bundestag beschlossen wurde, neue, zusätzliche Bedeutung erhalten, da es zu einem wichtigen Baustein der vom Gesetzgeber geforderten Nachweispflicht geworden ist. Das Lieferkettenge-



Prof. Dr. Antonio Krüger

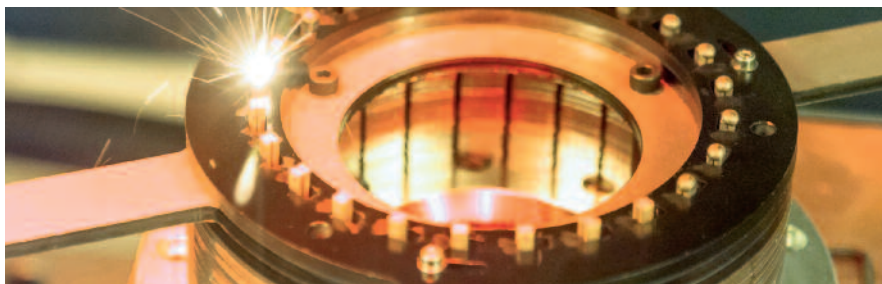
setz, das 2023 in Kraft tritt, betrifft zunächst nur Unternehmen mit über 3.000 Mitarbeitern, soll aber ab 2024 auf Unternehmen mit über 1.000 Mitarbeitern ausgeweitet werden.

Während in der Produktion traditionell der Takt, der Arbeitsplan und die zentrale Steuerung herrschen, stellt das aktive Produktgedächtnis in der »Industrie 4.0« die Fertigung vom Kopf auf die Füße, was zu einer Umkehrung der Steuerungslogik führt. In der eng vernetzten Produktion dirigiert der Rohling die Entstehung des Produkts, das er im Ergebnis werden soll. So wird nicht nur die dezentrale Produktionssteuerung individueller Teile und kleinster Serien möglich, was man auch als »Losgröße 1« bezeichnet, sondern auch der Ressourcenverbrauch, die Materialien und die eingesetzte Energie werden für jedes einzelne

Werkstück dokumentiert. Erforderlich dafür sind eine nahtlose Vernetzung und ein enger Informationsaustausch der beiden mächtigen Systeme für Unternehmensplanung und Fabriksteuerung, ERP (»Enterprise Resource Planning«) und MES (»Manufacturing Execution System«). Bei alledem setzen solche Anwendungen in der »Industrie 4.0« voraus, dass Betriebe bereits hinreichend digitalisiert sind und diverse Vorarbeiten gemacht haben.

Zur Einschätzung der »Readiness« gibt es auf der Homepage der Impuls-Stiftung einen kostenlosen Online-Selbsttest in diesen sechs Dimensionen: Strategie und Organisation (Unternehmensentwicklung und Firmenkultur), »Smart Factory« (digital vernetzte Produktion), »Smart Operations« (digitale Prozesse), »Smart Products« (entlang der Wertschöpfungskette vernetzter Produkte), »Data

► Fortsetzung auf Seite 20



Elektromotorenfertigung bei TRUMPF in Ditzingen • Perfektes Produktgedächtnis



Shaping your digital future.

Ihr Team für den Arbeitsplatz der Zukunft.

Bei Ihnen vor Ort und in ganz Deutschland unterwegs: Unser engagiertes Team begleitet Sie mit Rat und Tat auf Ihrem Weg in die Digitalisierung.

Als herstellerunabhängiger IT-Dienstleister unterstützen wir Sie in den Bereichen IT Services, Print Services, Unified Communications und Digitales Dokumentenmanagement. Von der Beschaffung der optimalen Hard- und Software bis hin zum reibungslosen IT-Betrieb im Alltag – immer mit dem Fokus auf Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Innovation.

Profitieren Sie von einem Konzept mit Dreifachnutzen:

- › Reduktion der Kosten
- › Verbesserung der technischen Infrastruktur
- › Entlastung der Umwelt

Hardware Energieeffizient und hochwertig für einen langen Lebenszyklus

Awareness Schulungen mit Nachhaltigkeitsfokus für Anwender:innen

Erneuerbare Energien Umwelt schonen und wertvolle Ressourcen sparen

Prozessoptimierung Ökonomische und ökologische Effekte durch Digitalisierung

Mit umweltfreundlicher Unterstützung von:



► Fortsetzung von Seite 19

driven Services« (datenbasierte Dienstleistungen durch die Vernetzung von Produkten, Produktion und Kunden), Mitarbeiter (Qualifizierung). Ein erstes Ergebnis erhält man nach einer Viertelstunde. Die gute Nachricht für alle Mittelständler, die eigene Digitalisierungslücken entdecken, ist, dass die Kosten für das Retrofitting, also die digitale Veredlung von Bestandsanlagen, stark gesunken sind, so dass Nachholbedarf finanzierbar geworden ist. Noch wichtiger aber ist die Nachricht, dass

Informationen über das DFKI

Das 1998 als gemeinnütziges »Public-Private-Partnership« gegründete Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) unterhält Standorte in Kaiserslautern, Saarbrücken und Bremen, ein Projektbüro in Berlin, ein Labor in Niedersachsen sowie Außenstellen in St. Wendel und Trier. Das DFKI ist für innovative Softwaretechnologien, die auf Methoden der KI basieren, die führende wirtschaftsnahe Forschungseinrichtung in Deutschland, die wissenschaftliche Spitzenleistung, Wertschöpfung und gesellschaftliche Wertschätzung miteinander verbindet. In der internationalen Wissenschaftswelt zählt das DFKI zu den wichtigsten »Centers of Excellence«. Das Finanzvolumen lag 2020 bei 64,6 Mio. Euro. Die Projekte adressieren das gesamte Spektrum anwendungsorientierter Grundlagenforschung bis zu markt- und kundenorientierten Entwicklungen von Produktfunktionen. Aktuell forschen 1.360 Menschen aus über 65 Ländern an innovativer Software. Dabei gingen seither über 140 Professorinnen und Professoren aus den eigenen Reihen hervor. Außerdem haben über 95 »Spin-offs« bis heute rund 2.500 hoch qualifizierte Arbeitsplätze hervorgebracht.



für die Teilnahme an der »Industrie 4.0« kein Neubau auf der grünen Wiese notwendig ist.

Was aber bietet der Ausblick und wo liegen die Chancen? 2020 haben Experten der »Plattform Industrie 4.0« die Vision bis 2030 entwickelt und ihr Leitbild »Digitale Ökosysteme global gestalten« genannt. Die drei Säulen sind Souveränität, Nachhaltigkeit und Interoperabilität. Bei der Souveränität geht es um die Erhaltung und die Schaffung freier Gestaltungsräume, um digitale Selbstbestimmung und digitale Geschäftsmodelle, um die Technologieentwicklung, Sicherheit und um eine robuste, resiliente digitale Infrastruktur. Der Begriff der Nachhaltigkeit fokussiert moderne industrielle Wertschöpfung als notwendige Voraussetzung für einen hohen Lebensstandard, gute Arbeit und Bildung, Klimaschutz, zirkuläre Wirtschaft und gesellschaftliche Teilhabe. Die Interoperabilität adressiert Kooperation und offene Ökosysteme für Pluralität und Flexibilität, aber auch die regulatorische Rahmensetzung und die technologische Standardisierung, die Bedeutung dezentraler Systeme und Künstlicher Intelligenz.

Dies alles sind anspruchsvolle Themen, und es wird sich zeigen, ob Deutschland die Investitionen und den ingenieurwissenschaftlichen Esprit aufbringen wird. Man darf aber optimistisch sein. Ich erwarte jedenfalls, dass das durchgängig vernetzte, kundenindividuelle Produktionsökosystem 2031 die Norm sein wird. Eine Entwicklung, die mit der des Online-Bankings vergleichbar ist, das längst normal geworden ist. Der 5G-Mobilfunk wird in der Fläche, vielleicht sogar als 6G, Standard sein und in der Produktion beispielsweise für die drahtlose, kabelbruchfreie Echtzeitsteuerung von Maschinen eingesetzt werden sowie im Hinblick auf die Mensch-Roboter-Kollaboration. In diesem Sinne leistet die international standardisierte und industriell normierte »Industrie 4.0« 2031 auch einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit, weil Lieferketten transparent sind und weil der Ressour-

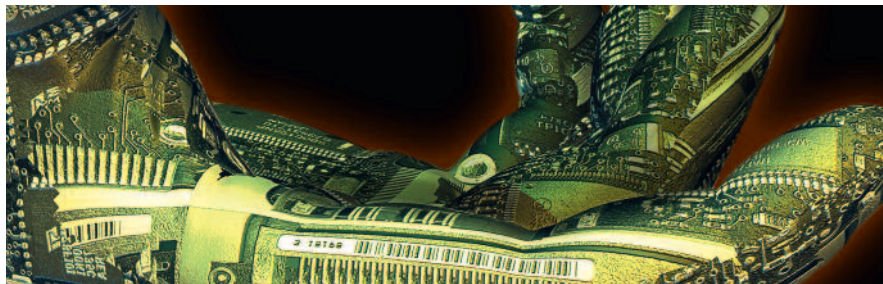
cenverbrauch minutiös dokumentiert ist. Das »Produktgedächtnis« bedeutet für den Markt und für jede Marke, dass die Klimabilanz auf dem Beipackzettel steht, so dass informierte Käufer den stofflichen Verbrauch eines Produkts als Kriterium heranziehen können. Die eingesetzten Rohstoffe zu bezeichnen und zu dokumentieren, heißt aber auch, dass die »Industrie 4.0« hilft, Recycling in Form einer Kreislaufwirtschaft zu realisieren. Und dabei geht es nicht so sehr um ein Postulat der Postwachstum-Gesellschaft als um die positive Klimabilanz im Einsatz natürlicher Rohstoffe.

»Die neurosymbolische KI schreitet bis 2031 zur Selbsterklärungsfähigkeit voran und wird ihre Entscheidungen nachvollziehbar begründen können.«

In diesem Zusammenhang ist die Bedeutung der KI für den Erfolg der »Industrie 4.0« zentral. Das gilt für das Maschinelle Lernen zur Klassifizierung und Auswertung sensorischer Daten zur Steuerung und Wartung von Maschinen, geht jedoch weit darüber hinaus.

Sehr wichtig werden die Fortschritte in der hybriden bzw. in der neurosymbolischen KI sein, in der sich die Vorteile des datengetriebenen Maschinellen Lernens mit symbolischen modellbasierten Ansätzen verbinden. Die neurosymbolische KI schreitet bis 2031 zur Selbsterklärungsfähigkeit voran und wird ihre Entscheidungen in kritischen Situationen in einem Klärungsdialog nachvollziehbar begründen können. Das Paradigma heißt dann: Die Maschine berät, der Mensch versteht und entscheidet. Die Interaktion von Mensch und Maschine wird ein echter Dialog und zu einem Miteinander (fast) auf Augenhöhe. ■

Prof. Dr. Antonio Krüger, Wissenschaftl. Direktor Forschungsbereich Kognitive Assistenzsysteme, Vorsitzender der Geschäftsführung Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Saarbrücken



Mensch-Roboter-Kollaboration • Transparenz des Ressourcenverbrauchs

„Chancen und Perspektiven für ein Unternehmen zu erkennen – das nennen wir Restrukturierungsberatung.“

Sie suchen einen Partner, der nicht nur Lösungskonzepte für den Turnaround liefert, sondern diese auch verantwortlich umsetzt? Die Managementberater der dhpg und der TMC Turnaround Management Consult GmbH begleiten Sie mit hundertprozentigem Einsatz zur Trendwende. Wenn Sie mehr über uns und unsere Projekte wissen möchten, so freuen wir uns darauf, Sie kennenzulernen.