

INDUSTRIE 4.0



© Mercedes-Benz

INTRO

Autonome Maschinen

Rohstoff- und Energieknappheit, Globalisierung, eine alternde Gesellschaft, gehobene Qualitätsansprüche und kürzere Produktionszeiten – die Antwort der Wirtschaft darauf heißt Industrie 4.0. Um die Produktion flexibler und effizienter zu machen, kommunizieren in der Smart Factory Sensoren, Maschinen, Werkstücke, Roboter und Anlagen miteinander. Menschen und Roboter arbeiten enger zusammen als bisher. Wartungen und Umstellungen auf neue Produkte erledigen die Maschinen autonom. Daten werden in Echtzeit standortübergreifend ausgetauscht. Ingenieure eröffnen die Verbindung von Informatik, Maschinenbau und Elektrotechnik neue Chancen.

DAS INTERNET DER DINGE

Die Zukunft der Industrie

Ingenieure haben die industrielle Produktion mit ihren Erfindungen schon mehrmals auf den Kopf gestellt. Sie sorgten für die Mechanisierung durch Dampf- und Wasserkraft im 19. und für die Elektrifizierung und Automatisierung im 20. Jahrhundert. Nun steht ein weiterer Quantensprung bevor: die Digitalisierung aller Produktionsprozesse. Das Stichwort Industrie 4.0 verheißt unter anderem mehr Wettbewerbsfähigkeit, Flexibilität und Ressourceneffizienz. Deutsche Unternehmen sehen die Entwicklung zur Industrie 4.0 insgesamt positiv, insbesondere große Konzerne und Mittelstandsfirmen versprechen sich viel davon. Der wichtigste Knackpunkt in diesem Internet der Dinge bleibt die Sicherheit sensibler Daten.

Auch Konsumenten werden von der „Revolution“ der Produktion profitieren, die zunächst auf leisen Sohlen daherkommt und vor allem das Gesicht der Fabriken verändert. Wenn heute zum Beispiel ein Kunde eines Autohauses einen PKW mit Sitzheizung möchte, sein Wunschauto aber leider keine hat, dann bleibt dem Autokäufer oft nichts anderes übrig, als die Aufmerksamkeit des Kunden auf ein anderes Modell zu lenken. Die konventionelle Autoherstellung am Band ist unflexibel. Eine Ergänzung ist aufwändig und was nicht im Vorfeld geplant wurde, ist im Nachhinein schwer zu realisieren. Ganz anders läuft es bei der Industrie-4.0-Produktion. Hier können die Produktionsstraßen mithilfe

weiter auf S. 2

PORTRÄT

Der Industrie-4.0-Thinktank

Softwareingenieurin Nathalie Hipp arbeitet bei der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung in Villingen-Schwenningen, wo Technologien für die Industrie 4.0 entwickelt werden.

weiter auf S. 2–4



© Martin Krautler



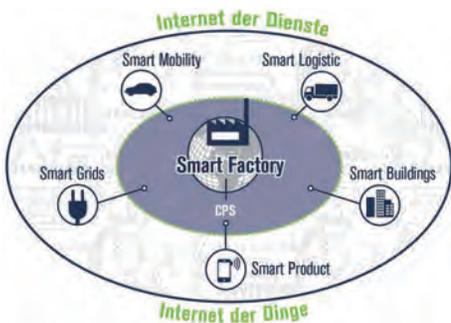
MOBIL UND DIGITAL

kompakt als App abonnieren

kompakt kann man sich auch mit vielen Zusatzinfos und Filmen als App fürs Tablet abonnieren. Einfach den QR-Code scannen oder unter s.think-ing.de/kompakt-digital dem Link zum entsprechenden Store folgen.

cyber-physischer Systeme variabel und schnell auf den Wunsch des Kunden reagieren. In der Smart Factory bewegt sich die Karosserie des Fahrzeuges auf intelligenten, autonom fahrenden Schlittenfahrzeugen selbständig zu einer alternativen Montagestation. Hier werden die Sitze mit Heizung eingebaut. Danach geht es weiter mit den übrigen Montageschritten. Fertig. Und der Kunde ist zufrieden.

Da Autoteile oft schon in Staus stehen, bevor sie an einer Karosserie angeschraubt werden, funktioniert die Zulieferung nicht immer just in time. Früher verursachte das teure Ausfallzeiten. Die Smart Factory fängt solche Engpässe geschickt auf. Im Industrie-4.0-System sind auch die LKW der Speditionen mit Sensoren und Steuerungsmodulen ausgestattet. Die erheben die genaue Position, Verkehrssituation und Durchschnittsgeschwindigkeit und kommunizieren sie an die Datenbank am Produktionsstandort. Wenn also eine Liefere-



Die Smart Factory ist eingebettet in ein Internet der Dinge und der Dienste

ung im Stau steckt, erhält der autonome Transportschlitten in der Fabrik ein entsprechendes Signal. Er stellt sich dann flexibel darauf ein und steuert eine andere Station an, um ein anderes Teil montieren zu lassen. Ausfallzeiten gibt es so kaum noch. Damit das Netzwerk funktioniert, muss aber auch die Fabrik des Zulieferers smart sein. Auch hier kommunizieren Bauteile, autonome Fahrzeuge und Montagemaschinen über drahtlose RFID- und Bluetooth-Verbindungen und stimmen so in jeder Situation den optimalen Bearbeitungsprozess ab. Softwareplattformen überwachen jeden Schritt. In der Smart Factory der Zukunft sind die Übergänge zwischen Informatik, Maschinenbau und Elektrotechnik fließend. An der Schnittstelle zwischen Hardware und IT werden neue Berufe für Ingenieure und Informatiker entstehen. Wer über fundiertes Ingenieurwissen sowie Programmierungs- und Elektronikkenntnisse verfügt, hat sehr gute Aussichten. Wer zudem mehrere Sprachen spricht, ist ganz weit vorne.



Im Reinraum am Standort Villingen-Schwenningen kann Hahn-Schickard siliziumbasierte Mikrosysteme für seine Industriepartner produzieren

PORTRÄT

Der Thinktank für die Industrie 4.0

Die vielfältigen Initiativen unter dem Schlagwort Industrie 4.0 haben ein großes Ziel: die führende Position der deutschen Industrie im Feld von Maschinenbau und Fertigungstechnik auch zukünftig zu sichern. Aber wie sollen die vielen kleinen und mittelständischen Unternehmen dieser Branche den Herausforderungen begegnen, die mit Digitalisierung und Vernetzung einhergehen?

Oft fehlt es an entsprechenden Entwicklungskapazitäten, an Kontakten in die Forschung und an Know-how. Hier kommen privatwirtschaftliche Forschungsinstitute ins Spiel – wie die Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., oder kurz: Hahn-Schickard, mit Hauptsitz im baden-württembergischen Villingen-Schwenningen.

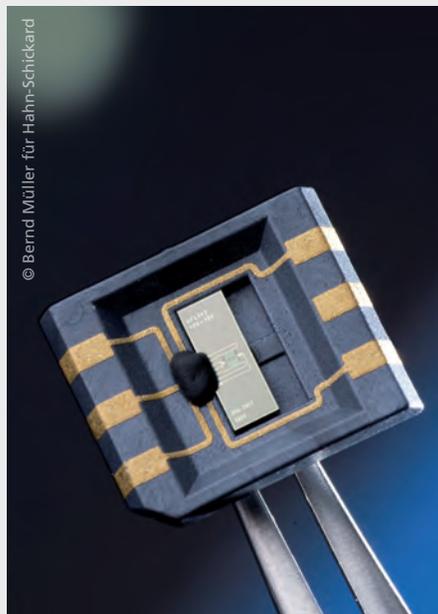


Smarte Sensoren gehören zu den zentralen Enablern der Industrie 4.0



nen Bereichen der Mikro- und Informationstechnik. Es stehen Reinräume und eine komplette „Fab“, also eine Produktionsanlage für Siliziumchips zur Verfügung: Hier entstehen vor allem mikromechanische Systeme, wie sie in der Sensorik und Aktorik eingesetzt werden – „wesentliche Enabler für Industrie 4.0“, betont Sikora.

Klar, dass sich für junge Ingenieure und Studierende aus technischen Fächern an einem solchen Ort attraktive Möglichkeiten ergeben. „Wir bieten bei Hahn-Schickard Praktika, aber auch Themen für Bachelor- und Masterarbeiten, bis hin zu Promotionsstellen“, beschreibt Axel Sikora die Chancen im Institut: „Berufseinsteiger können



Dieser Strömungssensor wurde bei Hahn-Schickard entwickelt



Prof. Axel Sikora ist Bereichsleiter Software Solutions bei Hahn-Schickard

Schwäbische Tüftlertradition

Schon der heutige Name des 1955 als Forschungsgesellschaft für Uhren- und Feingertechnik gegründeten Instituts knüpft an die stolze schwäbische Tüftlertradition an: Philip Matthäus Hahn (1739-1790) war ein Pfarrer und Ingenieur, der astronomische Uhren, Instrumente und frühe Rechenmaschinen konstruierte. Wilhelm Schickard (1592-1635) lehrte Astronomie an der Universität Tübingen und baute bereits 1632 eine funktionsfähige Rechenmaschine. „Die Träger des Vereins sind Mitgliedsunternehmen aus Baden-Württemberg“, erläutert Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora, Bereichsleiter des Forschungsfeldes Software Solutions bei Hahn-Schickard, das Organisationsmodell: „Finanziert wird das Institut je zu etwa einem Drittel durch das Land, durch direkte Industrieaufträge sowie durch öffentlich geförderte Projekte, die wir meist auch in Kooperation mit Industrieunternehmen durchführen.“

Mikromechanik und Cyberspace

Am Standort Villingen-Schwenningen forschen rund 115 Mitarbeiter in verschiede-

Labors für die Entwicklung von Kommunikationstechnik und Software ergänzen die Forschungseinrichtung. Damit deckt das Institut alle Elemente sogenannter cyber-physical systems ab: vom Sensor, der durch integrierte Mikrocontroller smart wird, über die Firmware zur lokalen Signalverarbeitung und von der Kommunikationsanbindung bis zur Software, die den übergeordneten Kontext darstellt.

bei uns an Forschungsthemen mitarbeiten, die vielleicht erst in fünf oder zehn Jahren marktreif werden.“ Dennoch sei das Institut kein reiner Durchlauferhitzer für junge Ingenieure und Doktoranden: „Wir haben einen Stamm von etwa 50 Prozent der Mitarbeiter mit Dauerverträgen – die Mischung macht’s“, so Sikora.

Servicedenken im Fokus

Der Ingenieur, der außerdem an der Hochschule Offenburg Professor für Embedded Systems und Kommunikationselektronik ist,



Qualitätssicherung für Mikrosystemtechnik: ein Institutsmitarbeiter am Rasterelektronenmikroskop

sieht Hahn-Schickard auf zweierlei Weise als Treiber von Industrie 4.0-Technologien: „Einerseits“, so Sikora, „helfen wir den vielen produzierenden Unternehmen hier in der Region dabei, ihre eigenen Fertigungsprozesse fit für die vernetzte Zukunft zu machen.“ Das betreffe zum Beispiel Unternehmen der Medizintechnik, die in Sachen Siliziumtechnik und Mikromechanik unterstützt würden. „Andererseits“, fährt Sikora fort, „geht es um die Produkte der vielen mittelständischen Zulieferfirmen in der Fertigungs- und Automatisierungstechnik: Sie werden durch Sensorik und Kommunikationsschnittstellen Industrie-4.0-tauglich.“



Ingenieure aus verschiedensten Fachrichtungen forschen bei Hahn-Schickard gemeinsam daran, wie cyber-physical systems, wie dieser 3D-Abstandssensor, konstruiert und produziert werden können

Ein aktuelles Beispiel dafür liefert das Projekt SensIDL, an dem auch Nathalie Hipp mitarbeitet. „Wir schaffen eine Plattform und ein Softwareframework, um Sensoren und Produktionsanlagen unserer Industriepartner miteinander kommunizieren zu lassen – kostenlos und als Open-Source-Software“, erzählt die junge Softwareingenieurin. Für die Entwicklung solcher vorwettbewerblicher Standards ist das gemeinschaftliche Institut der ideale Ort. Und was kommt als nächstes? „Die Industrie 4.0 wird dazu führen, dass sich das Verhältnis von Produkt und Dienstleistung umkehrt“, prophezeit Sikora – und empfiehlt jungen Ingenieuren deshalb, nicht nur technisch, sondern auch dienstleistungsorientiert zu denken.

INTERVIEW

Bereit für die Karriere 4.0

Nathalie Hipp (25) entwickelt als Softwareingenieurin bei Hahn-Schickard Anwendungen für die vernetzte Fertigung von morgen – ein Bereich mit besten Aussichten. Ihr Credo: Mit einem qualifizierten technischen Studienabschluss steht einem die Welt offen.

Frau Hipp, Sie sind seit einigen Monaten bei Hahn-Schickard als Programmiererin im Forschungsbereich Software Solutions tätig. Aber Ihr Studium hatte eigentlich einen anderen Schwerpunkt?

Das stimmt. Ich habe an der Hochschule Furtwangen den Bachelor in Medical Engineering sowie den Master in Biomedical Engineering absolviert. In der Medizintechnik spielt die Software inzwischen eine enorme Rolle. Mein Interesse fürs Programmieren hatte ich schon im Informatikkurs am Gymnasium entdeckt, und diese Begeisterung ist im Studium immer stärker geworden. Für meine Masterarbeit konnte ich das Hahn-Schickard-Institut als Partner gewinnen – und anschließend als Software-Ingenieurin einsteigen.

Ein Berufsfeld, das für Frauen immer noch ungewöhnlich ist.

Für mich ist es ganz selbstverständlich: Schon als Kind liebte ich technisches Spielzeug, mein Vater steckte mich mit seinem Hobby, der Astronomie, an. Mathe und Physik fielen mir immer leicht, lange war Raumfahrtengineering mein Traumberuf – ich machte sogar ein Praktikum beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen. Letztlich bin ich einfach meinen Interessen gefolgt, zum Glück hat es mir niemand ausgedet.

Die Raumfahrt wurde es dann doch nicht...

In der Oberstufe wurde mir klar, wie schmal der Arbeitsmarkt für Raumfahrttechnik ist – insbesondere hier in Deutschland. Ich wollte mit Technik anderen Menschen unmittelbar helfen. So kam ich auf Medizintechnik. Die Branche ist in der Region stark vertreten: Zum Beispiel die Aesculap AG in Tuttlingen, bei der ich für meine Bachelorarbeit am Einsatz von Funktechniken im OP gearbeitet habe.

Welche Chancen sehen Sie für sich bei Hahn-Schickard und mit dem Thema Industrie 4.0? Das Schlagwort Industrie 4.0 bündelt viele Themen, mit denen ich mich schon länger befasst hatte: Smarte Sensoren, drahtlose Kommunikation, Schnittstellenprogrammierung. Wer sich damit auskennt, ist gut aufgestellt. Mein erstes Projekt bei Hahn-

Schickard beschäftigte sich mit Schnittstellen im Smart Home; zurzeit arbeite ich mit an SensIDL – einem Open-Source-Standard, um smarte Sensoren in der Industrie zu vernetzen.



Softwareingenieurin bei Hahn-Schickard: Nathalie Hipp

Sitzen Sie da den ganzen Tag vorm Bildschirm?

Klar, der PC ist mein wichtigstes Arbeitsmittel. Aber ebenso wichtig ist die Kommunikation mit Teammitgliedern und externen Projektpartnern. Wir besuchen Messen, präsentieren unsere Projekte, halten Vorträge. Das Arbeitsklima bei Hahn-Schickard ist locker und angenehm, der Altersschnitt ist niedrig, man teilt viele Interessen mit den Kollegen. Mittelfristig strebe ich an, hier zu promovieren und selbst Forschungsprojekte zu leiten.

Haben Sie eine Empfehlung an junge Leute, die sich für technische Studiengänge interessieren?

Als Lehrbeauftragte für Programmierung an der Hochschule Furtwangen habe ich viel Kontakt mit Studenten. Mein Tipp: nicht von der Vielzahl und den manchmal verwirrenden Namen der Ingenieurfächer irritieren lassen! Letztlich überschneiden sie sich in weiten Teilen – man sollte pragmatisch auswählen. Ein umfassendes Studium in Sachen Technik und Naturwissenschaften lässt einem später viele Wege offen – das ist meine Erfahrung.



Industrie-4.0-Werk Blaichach: Werkstücke und Maschinen tragen Barcodes, Funkchips oder Sensoren und kommunizieren weltweit über das Internet

PRAXISBEISPIELE

Produktion clever & smart

Fabrik der Zukunft entsteht in Bremen

Schon heute funktioniert die Produktion bei Mercedes Benz in Bremen wie ein Uhrwerk. Acht Modelle werden hier gebaut. Jährlich laufen 340.000 hochglanzpolierte neue Autos von Band. Durch Industrie 4.0 soll nun ein sehr effizienter Betrieb super-effizient werden. Die Zauberworte lauten: intelligente Vernetzung, Mensch-Roboter-Kooperationen und digitale Steuerung. Um das Vorzeigewerk zukunftsfit zu

einem Science-Fiction-Szenario von Isaac Asimov: Fahrerlose Transporter kreisen unermüdlich mit Rohteilen durch die Halle, Roboter nehmen die fertigen Teile aus der Presse und verstauen sie auf Vehikeln, die sie direkt in die Montage transportieren. Die Berechnung der Fahrzeugaerodynamik erledigt Mercedes heute an einem Tag. Ohne Computer-Simulationen hat das ein halbes Jahr gedauert.

Den ersten Schritten sollen weitere folgen, bis alle Prozesse im Bremer Mercedes-Werk digitalisiert und vernetzt sind. Am Ende wird sich das Werk vollständig erneuert haben – von der Planung bis zur Fertigung. Dazu müssen die Computersteuerung aufgerüstet und automatisierte Transportsysteme ausgebaut werden.

Ohne gut ausgebildete Mitarbeiter läuft dabei natürlich nichts. Die bekommen neue Kollegen zur Seite gestellt: flexible Leichtbauroboter. Der Roboterspezialist Kuka entwickelt entsprechende Modelle, die dem Monteur bei schwierigen Arbeiten zur Hand gehen.

Kollege Roboter dreht Schrauben in frisch montierte Teile und übernimmt auch ohne zu Murren unbequeme Überkopfmontagen. Das sogenannte Robot Farming verbindet die Präzision des Roboters mit den kognitiven Fähigkeiten des Menschen. Dazu muss die Maschine sensibel auf jede

Bewegung reagieren, denn beide arbeiten ohne Schutzvorrichtung Seite an Seite.

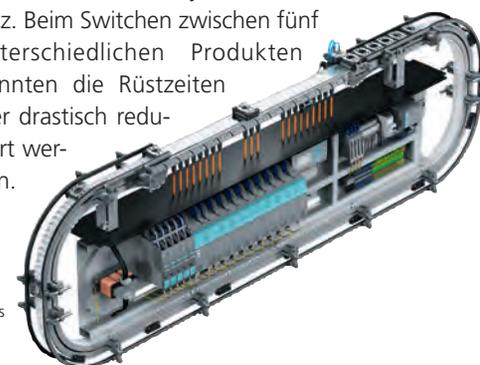
Digitale Spediteure: Multi-Carrier

Computer können Produktionsprozesse exakt steuern. Um aber Bauteile in einer Fabrik von A nach B zu transportieren, brauchen sie Hilfe. Ingenieure haben dazu bereits sehr effiziente Konzepte entwickelt. Ein herausragendes Beispiel: das Multi-Carrier-System der Unternehmen Siemens und Festo. Das Transportsystem bietet genau die Flexibilität, die der Produktion in der Smart Factory entspricht. Es lässt sich nahtlos in die bereits vorhandenen Transportsysteme einbauen und ergänzt diese dank einer speziellen Steuerungssoftware perfekt. Mit Linearmotoren können sich die separaten Transportwagen des Systems unabhängig und unfallfrei über ein Laufrollenband bewegen. Die Wagen lassen sich auch zu Gruppen verbinden und fahren dann in regelmäßigen Abständen hintereinander her. Die Umrüstung auf ein anderes Produkt ist ohne großen Aufwand möglich. So können auch kleine Stückzahlen noch wirtschaftlich produziert werden. Beim Kosmetikproduzenten Dr. Kurt Wolff ist das Multi-Carrier-System schon im Einsatz. Beim Switchen zwischen fünf unterschiedlichen Produkten konnten die Rüstzeiten hier drastisch reduziert werden.



Gemeinsam geht es besser: Mensch-Roboter-Kooperation bei der Produktion von Kupplungsgetrieben

machen, nimmt Mercedes bis 2019 750 Millionen Euro in die Hand und will dabei nicht etwa Arbeitsplätze abbauen, sondern 500 neue schaffen. Wie geht sowas? Sicher nicht über Nacht, sondern Schritt für Schritt. Im Presswerk des Bremer Mercedes-Werks geht es schon heute zu wie in



Modell eines Multi-Carrier-Systems

Teststrecke für die Smart Factory

In der saarländischen Mittelstadt Homburg erwartet man nicht unbedingt, der industriellen Zukunft zu begegnen, schon gar nicht in der Gestalt von Scheibenventilen für Traktoren. Ein Blick auf die Produktionsprozesse des Industrie-4.0-Demonstrators der Firma Bosch Rexroth zeigt jedoch, dass in dieser Modellfabrik alles anders ist als erwartet. Auf der Teststrecke muss sich bewähren, was künftig Alltag werden soll. Sechs verschiedene Ventiltypen mit über 200 Varianten stellen hohe Ansprüche an die Flexibilität der Fabrik. Vernetzung von Mensch, Maschine und Produkt ist die Antwort darauf. Das gelingt mit RFID (Identifizierung mithilfe elektromagnetischer Wellen) und Bluetooth. Das Informationssystem activeCockpit sammelt, filtert und visualisiert Produktionsdaten und identifiziert Schwachpunkte sofort. Werkstücke sind mit RFID-Tags ausgestattet, intelligente Transportmaschinen kennen ihre Ladung und fahren mit ihr an die passende Stelle.

Mitarbeiter verfolgen alle Bewegungen auf dem Monitor. Das System erkennt aber nicht nur Werkstücke, sondern auch Menschen: Diese tragen Bluetooth-Tags mit Anwenderprofilen, auf die sich der Computer einstellt. Auf den Monitoren der Montagestationen sind dann die Infos auf die individuellen

Da in einer Smart Factory Wissen aus verschiedenen Disziplinen zusammenfließt, kann sich der Studieninteressent nach Neigung entscheiden. Benötigt werden vor allem Informatiker sowie Produktions-, Verfahrens- und Elektrotechniker. Wirtschaftsinformatiker entwickeln technische Lösungen für die digitale Infrastruktur von Unternehmen und Produktionsprozessen. Maschinenbauingenieure im Bereich Produktionstechnik kümmern sich um Verfahren, Energie und Fertigung. Auch Elektro- und Automatisierungstechnik spielen in der Industrie 4.0 eine wichtige Rolle. In all diesen Fachbereichen sind die Studienmöglichkeiten sehr vielfältig. Hier nur eine kleine Auswahl:

Produktionstechnik

Bachelor, Duales Studium an der Hochschule Hannover
s.think-ing.de/produktionstechnik-hannover

Produktionstechnik und -management

Bachelor, Vollzeit und Duales Studium an der HAW - Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
s.think-ing.de/produktionstechnik-haw

Weitere Studiengänge unter: search-ing.de

Verfahrenstechnik

Bachelor an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
s.think-ing.de/verfahrenstechnik-magdeburg

Produktion und Automatisierung

Bachelor und Master (deutsch-französisch) an der Hochschule München
s.think-ing.de/produktion-muenchen-bachelor
s.think-ing.de/produktion-muenchen-master

Produktionstechnik

Master an der RWTH Aachen
s.think-ing.de/produktion-aachen

Wirtschaftsinformatik

Bachelor an der Uni Köln
s.think-ing.de/wirtschaftsinf-koeln

Elektrotechnik

Bachelor an der Hochschule Bochum
s.think-ing.de/elektrotechnik-bochum

Elektrotechnik

Bachelor und Master an der TU Berlin
s.think-ing.de/elektrotechnik-berlin-bachelor
s.think-ing.de/elektrotechnik-berlin-master



Mitarbeiter beim Industrie-4.0-Demonstrator tragen Bluetooth-Tags mit Anwenderprofilen

Profile zugeschnitten. Beleuchtung, Schriftgröße, Sprache, ja sogar die Inhalte sind auf den Benutzer und seine Qualifikation ausgerichtet. Die bisherigen Ergebnisse zei-

gen: Beim Industrie-4.0-Demonstrator sinken Ausfallzeiten und Ressourcenverbrauch erheblich, und die Produktivität steigt.

Industrie 4.0 auf der Startbahn

Auch in der Luft- und Antriebstechnik ist Industrie 4.0 bereits auf der Startbahn. Das weltweit aufgestellte Unternehmen ebmpapst war 2009, als es seine Produktion mittels SAP-Software digitalisierte, noch ein Pionier. Die Software führte die vielfältigen Daten aus den unterschiedlichen Produktionsprozessen in einem übergeordneten System zusammen. ebm-papst hat die Digitalisierung der Produktion seitdem gemeinsam mit SAP weiter vorangetrieben. Benutzeroberflächen sind heute leichter bedienbar,

Material und Produktionsprozesse werden digital überprüft. Produktionsmaschinen, Material und Produkte tauschen selbständig kontinuierlich Daten aus. Wenn von der Logistik bis zum fertigen Produkt irgendwo ein Fehler auftaucht, erkennt das zentrale System ihn sofort, und das Management kann blitzschnell reagieren.



Lückenlose Fehlererkennung: Ventilatorenfertigung bei ebm-papst

IMPRESSUM

Herausgeber: Gesamtmetall

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.
Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Objektleitung: Wolfgang Gollub (verantwortl.)

Druck: color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Redaktion und Gestaltung: concedra GmbH, Bochum

www.think-ing.de