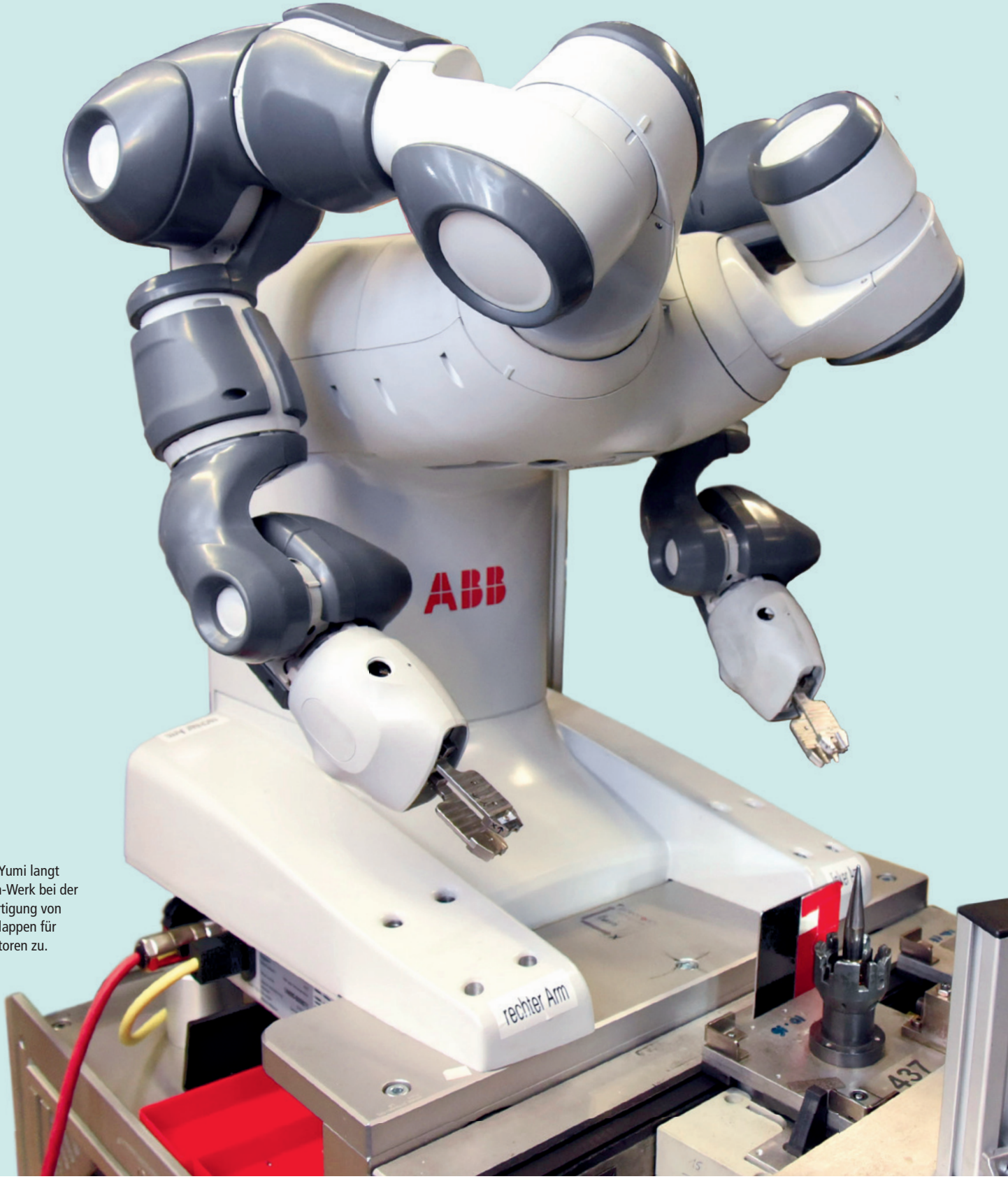



Roboter Yumi langt im Bosch-Werk bei der Serienfertigung von Drosselklappen für Pkw-Motoren zu.

**Text** und **Fotos** Thomas Tjiang

# Revolution hoch vier

**Yumi heißt der ideale Mitarbeiter. Noch testet Bosch den vernetzten Roboter in der Motorenproduktion. Doch die Zukunft gehört der Industrie 4.0. Das Internet der Dinge und Dienste krempelt die Arbeitswelt um. In Nürnberg entstehen moderne Lösungen – selbst vor Gemüse macht die Digitalisierung nicht Halt.**

An welchem Arbeitsplatz wann und wie viel der etwa 500 Kilo Paprika pro Tag in Scheiben oder Streifen geschnitten werden, entscheidet bei einem Gemüsegroßhändler das System. Damit zieht die neue 4.0-Welt selbst in Betriebe ein, die in ihren Hallen noch mit altbewährten Maschinen ohne Sensoren arbeiten. Statt die Maschinen mit hohen Investitionen zu digitalisieren, hat die Nürnberger IT-Strategieberatung Trevisto für den Gemüsegroßhändler eine exemplarische Lösung entwickelt. Ein Tablet-Netzwerk für jeden Arbeitsplatz steuert die rund 600 Mitarbeiter, die tagtäglich bis zu 3 000 Kundenaufträge abarbeiten.

Die fortschreitende Digitalisierung hat in unterschiedlichster Weise auch die Nürnberger Unternehmenswelt erreicht. Da kann es schon mal um völlig neue Geschäftsmodelle gehen, häufiger finden sich effizientere Geschäftsprozesse und entsprechende Tools. „Wir können nahezu alles messen", betont Matthias Sturm, der als Beiratschef der Nürnberger Branchenleitmesse „embedded world" die inhaltliche Ausrichtung von Fachmesse und Kongress gestaltet. Entsprechend sorgt die zweite Digitalisierungswelle in Fertigung und Verwaltung, Einkauf und Vertrieb, für neue Möglichkeiten und bessere Effizienz.

Andere Firmen in Nürnberg, gerade die größeren Zulieferer in der Automobilbranche, sind bezüglich ihrer Industrie 4.0-Fitness ein oder zwei Schritte weiter als der Gemüsegroßhändler. Dazu zählt das Familienunternehmen Bühler Motor, ein heute weltweit agierender Hightech-Lieferant. Dort werden etwa bei der Herstellung einer Harnstoffpumpe für die Pkw-Branche von jedem einzelnen Stück rund 270 verschiedenste Datenpunkte in Echtzeit gesammelt. Allein bei dem Verschraubungsprozess werden etwa für jede einzelne der sieben Schrauben die Eindrehkräfte, -winkel und Schraubzeiten erfasst. Dazu kommen weitere Werte wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Pro Fertigungslinie fallen im Jahr über eine halbe Milliarde Informationseinheiten an.

„Wir werden durch die Digitalisierung prozesssicherer und schneller", konstatiert Uwe Bader, zuständig für die globale Produktion. Diese Big-Data-Analyse mit statistischen Methoden und Algorithmen hilft, bislang unbekannte Zusammenhänge zu finden. Dazu zählt beispielsweise die Auswertung, ob die Eindrehkraft einer Schraube oder bestimmte Umgebungsdaten sich in irgendeiner Weise auf den weiteren Prozess oder sogar auf das Endprodukt auswirken. Auf diese Weise werden Ansätze für eine kontinuierliche Verbesserung deutlich.

Das Nürnberger Robert Bosch Werk, ein einst schwer gebeutelter Standort, hat sich in den letzten Jahren die führende Rolle eines Leitwerks in der Fertigung von Hochdruckpumpen für Pkw für die weltweit verteilten Schwesterbetriebe erarbeitet. Hier werden Fertigungslinien neu entwickelt oder optimiert und dann weltweit unter Nürnberger Regie zum Einsatz gebracht. Über das gerade in Betrieb genommene Big-Data-Projekt „Management View" laufen nun alle digitalisierten Produktionsdaten von 22 Fertigungslinien in vier Ländern, darunter China und Mexiko, zusammen. Dadurch lassen sich alle Produktionsdaten in Echtzeit vergleichen, etwa die tatsächliche Zieler-

Erste Testfahrten mit vernetzten Lkw-Kolonnen, wie sie auf diesem Symbolbild zu sehen sind, sollen 2018 auf der Autobahn A9 starten.

reichung, der eingesetzte Materialverbrauch, Störungen, Mitarbeitermangel und Stillstand. Das 4.0-Tool ermöglicht einen Quantensprung, das Nürnberger Werk kann unmittelbar Verbesserungen für einen Standort mit Abweichungen entwickeln.

Eine solche horizontale Digitalisierung, also der Maschinen in einer Werkshalle oder in rund um den Globus verteilten Standorten, ermöglicht auch eine vorausschauende Wartung, das sogenannte Predictive Maintenance. Damit beschäftigt sich unter anderem die Nürnberger Softwareschmiede und Siemens-Tochter evosoft. Das Predictive Maintenance setzt weniger auf Beobachtung von Mitarbeitern als vielmehr auf Sensordaten aus der Fertigung, um künftige Ausfälle oder Störungen vorherzusagen. Je größer ein Maschinenpark oder eine Anlage ist, umso sinnvoller ist der Einsatz, so evosoft-Chef Ekkehard Reuß: „Bei Offshore-Windparks ist das komplex, aber sehr hilfreich."

Die Softwareschmiede beschäftigt sich auch für Branchen wie Automobilindustrie, Energietechnik, Medizintechnik, Prozessindustrie und Transport mit der vertikalen Integration digitaler Prozesse entlang der Wertschöpfungs- und Lieferkette. In einem Test schrieb evosoft ein dringend gesuchtes Ersatzteil auf einer digitalen Beschaffungsplattform aus, der Fertigungsstatus bei einem Vorlieferanten konnte live verfolgt werden. Sobald dessen Maschine den Status „fertig produziert" übermittelt, wird der Lieferauftrag automatisch bei einer Spedition ausgelöst und dann erfolgreich zum Besteller geliefert.

Eine weitere Facette der Vernetzung für das Internet der Dinge (IoT) ist die Funktechnologie Narrowband IoT (NB-IoT) abseits der gängigen Mobilfunknetze. Mit diesem digitalen Maschinennetz lassen sich Milliarden Gegenstände gleichzeitig vernetzen. In einem Nürnberger Pilotprojekt testet Diehl Metering, eine Tochter des Technologiekonzerns Diehl, im Livebetrieb, wie sich schwer erreichbare Wasserzähler in Kellern und Kanalschächten regelmäßig auslesen lassen. Die batteriebetriebenen Messgeräte mit speziellen NB-IoT-Modulen übermitteln rund zehn Jahre lang Verbrauchsdaten automatisch über das Maschinennetz an die zuständige Zentrale, die sie für eine weitere Verarbeitung aufbereitet. Damit entfallen feste Auslese-Termine bei den Verbrauchskunden genauso wie eine aufwändige, manuelle Schachtauslesung.

Zur Industrie 4.0 gehören auch sogenannte kollaborierende Roboter, die speziell für die Zusammenarbeit mit Menschen entwickelt werden. Seit Jahresmitte testet zum Beispiel Bosch den Roboter Yumi bei einen Montageschritt für Drosselklappen, die sich dann in einem Verbrennungsmotor wiederfinden. Ein anderer Schritt zur weiteren Automatisierung wird ein paar Fertigungsstraßen weiter vorbereitet. Die Sensoren erfassen das benötigte Material, das automatisch aus dem intelligenten Lager angefordert wird. Den Transport übernimmt dann ein Roboter, der die vollen Materialbehälter ohne zusätzliche menschliche Hilfe zur Fertigungslinie liefert. Damit wäre die komplette Herstellung automatisiert.

Mit Hilfe des Projekts „Management View“ laufen die Produktionsdaten aus vier Ländern zusammen.

Werkzeuge kommen in manchen Unternehmen heute schon aus dem 3D-Drucker.

In nicht mehr allzu ferner Zukunft könnte auch die Auslieferung automatisiert sein. Im nächsten Jahr starten die ersten Testfahrten für vernetzte Lkw-Kolonnen auf dem digitalen Testfeld der Autobahn A9 zwischen Nürnberg und München. DB Schenker und MAN überprüfen dann Praxistauglichkeit und Systemsicherheit im realen Straßenverkehr. Dabei sind alle Fahrzeuge mittels elektronischer Kommunikation vernetzt. Bremst der erste Lkw, wird auch das Tempo der nachfolgenden Lkw gedrosselt. Mit einem reduzierten Abstand von etwa zehn bis 15 Metern verbessert sich das Fahren im Windschatten, um Kraftstoff von insgesamt bis zu zehn Prozent einzusparen.

In das breite Spektrum der zweiten Digitalisierungswelle gehören auch neue Sensorik-Technologien für Bild, Audio und Video, die Identifikations-Lösung RFID (Radio-Frequency Identification) und drahtlose Sensornetze, aber auch neue Werkzeuge, wie der 3D-Druck. In Nürnberg stellen Unternehmen mit dieser sogenannten additiven Fertigung direkt aus den rechnerinternen Daten Prototypen und Kleinstserien her. „Das Potenzial des 3D-Drucks ist immens“, ist sich auch Christopher König, Chef des Nürnberger Technologiedienstleisters Dreigeist, sicher. Er beschäftigt sich unter anderem mit Spritzgusswerkzeugen aus dem 3D-Drucker, die besonders bei knapper Zeit einem konventionellen Formwerkzeug aus Aluminium oder Stahl überlegen sind. Außerdem lassen sich Formen mit Hohlräumen produzieren, bei denen man mit herkömmlichen Spritzgusswerkzeugen kapitulieren müsste. Die Medizintechnik setzt das selektive Laserschmelzverfahren von metallischen Werkstoffen für künstliche Knie- oder Hüftgelenke ein. Kunststoff aus dem 3D-Drucker ist auch für den Dentalbereich oder Hörgeräte im Kommen.

Das Unternehmen Dreigeist fertigt mit 3D-Druck Prototypen und Kleinstserien.

# „Die Digitalisierung wird die Arbeitswelt dramatisch verändern“

**Er hat die Erfolgsgeschichte der Nürnberger Messe „embedded world“ – die Technologiemesse für das Rückgrat von Industrie 4.0 – als Beirats-Chef wesentlich mitgeschrieben: Der Leipziger Professor Matthias Sturm spürt für die Branche weltweite Trends auf. „Nürnberg Heute“ sprach mit dem Ingenieur, der seine Branche immer auch zu gesellschaftlicher Verantwortung mahnt.**

Wie definieren Sie als Ingenieur das Schlagwort Industrie 4.0?

**Matthias Sturm**: Industrie 4.0, oder die vierte Industrielle Revolution, ist ein von der Politik geprägter Begriff, der einer technischen Entwicklung vorgreift, die in dem Sinne noch gar nicht vonstattengegangen ist. Im Ausland verwendet man statt diesem Schlagwort den Ausdruck Smart Factory. Industrie 4.0 folgt der Logik der drei industriellen Revolutionen, der ersten durch Dampftechnik, der zweiten durch Fließbandfertigung und der dritten durch Mikroelektronik. Ich spreche lieber von der zweiten Phase der Digitalisierung.

Das heißt konkret?

**Matthias Sturm**: Das Internet der Dinge ist die zwingende Voraussetzung für die Industrie 4.0. Das ist eine immer stärkere, digitale Vernetzung von Anlagen, einzelnen Maschinen oder auch Haushaltsgeräten, wie Kühlschränken oder Zahnbürsten. Sie sind über eingebettete Systeme – also Embedded Systems – internetfähig. Dazu kommen weltweit vernetzte und in Datenwolken gesammelte Datenbestände, die je nach Inte-

Experte für die zweite Phase der Digitalisierung: Professor Matthias Sturm.

resse zusammengefasst, gefiltert und ausgewertet werden. Auf dieser Basis wird Industrie 4.0 möglich, die für eine immer effizientere Wertschöpfungskette in jeder einzelnen Phase steht, von der Idee, über die Fertigung, die Nutzung bis zum Recycling.

Landen wir am Ende zwangsläufig beim 3D-Druck mit einer Produktauflage eins?

**Matthias Sturm**: Der 3D-Druck ist eine der maßgeblichen neuen Technologien, die bisher Unvorstellbares möglich machen. Die Anwendung kommt eigentlich aus einer spielerischen Ecke, wir staunen über eine kleine Blumenvase, die aus Plastik gedruckt wird. Auf der Nürnberger Fachmesse „embedded world" haben wir gezeigt, dass man Leiterplatten praktisch im 3D-Druck herstellen kann. Das war bis dato unvorstellbar.

Die Fachmesse hat also tatsächlich eine Leuchtturmrolle?

**Matthias Sturm**: Diese Nürnberger Messe ist von ihrer Konzeption und Ausrichtung die weltweit größte ihrer Art. Aber das eigentlich Besondere ist der Treffpunkt der Entwickler, durch den wir auch Trends setzen. 1999 haben wir in einem „Proof of Concept" gezeigt, dass man auch ohne PC nur mit kleinen Mikrocontrollern, die winzig kleinen Bausteine in einem Embedded System, ins Internet gehen kann. Auch mit dem Thema Safety and Security (Betriebssicherheit und Kriminalprävention) waren wir frühzeitig beim Trend mit dabei.

Wohin führt der nächste große Schritt der Digitalisierung?

**Matthias Sturm**: Ich nenne mal Embedded Vision, da werden kamerabasierte Systeme als Sensoren eingesetzt, um beispielsweise Vitalparameter wie Pulsschlag oder Blutdruck von Menschen zu erfassen. Eine Kamera kann die menschliche Körpertemperatur erkennen, das wird ja schon auf Flughäfen gemacht. Wir werden auch logistische Probleme durch Simulationen lösen. Dahinter steht eine weitere Entwicklung hin zu autonomen Systemen. Die Systeme verarbeiten so viele Informationen, dass sie sich selbst mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Lösung entscheiden können. Wir steuern in Richtung neuronale Netze oder auch künstliche Intelligenz.

Ist die fortschreitende Digitalisierung für Sie Anlass zur Freude oder zur Sorge?

**Matthias Sturm**: Ich denke mal definitiv beides. Die gut gestaltete Digitalisierung birgt enormes Potenzial für uns alle. Dann können auch noch unsere Enkel gut auf diesem Planeten leben. Aber sie birgt natürlich wie jede Technologie auch Gefahren. Das Internet ist heute auch eine Art Kriegsschauplatz, wo die Großmächte ihre Kräfte messen und sich gegenseitig angreifen. Die Digitalisierung wird zudem zu gesellschaftlichen Veränderungen führen und die Arbeitswelt dramatisch verändern. Noch haben wir die Zeit, uns darauf vorzubereiten.

# Schrittmacher aus der Region

Glaubt man einem Werbespot, schreit manch ein Online-Besteller vor Glück, wenn der Paketdienst an der Tür klingelt. Der liefert Schuhe oder Klamotten, Heimelektronik mit Zubehör oder Bücher, die zuvor bei der virtuellen Shoppingtour auf dem heimischen Sofa oder per Smartphone von unterwegs geordert wurden.

Die Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnologie krempeln nicht nur die Handelswelt spürbar um. Die zweite Digitalisierungswelle erfasst alle Bereiche der Wirtschaft mehr oder minder schnell. Manche Firmen vor Ort sind Schrittmacher und Treiber dieser Entwicklung, andere gelten als Anwender, die unterschiedlich auf den Digitalisierungsdruck des Markts reagieren. Die Positionen der Betriebe bezeichnet der 4.0-Experte der IHK Nürnberg, Ronald Künneth, als „unternehmensindividuell".

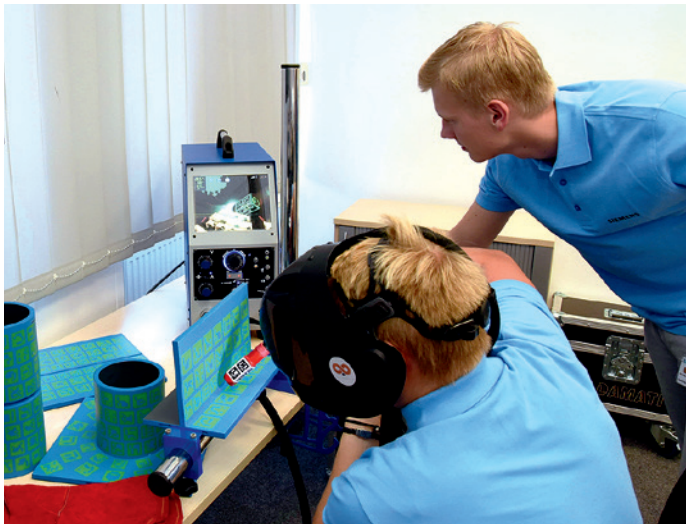
Die IHK-Studie „Industrie 4.0 in Nordbayern" unterteilt das verarbeitende Gewerbe in ein sechsstufiges Modell der „Industrie-4.0-Readiness". Demnach gelten zwei Drittel der Firmen bei ihrer Fitness in Sachen 4.0 als „außenstehend". Das wirft zwar die generelle Frage der Zukunftsfähigkeit auf, ist allerdings im bundesweiten Vergleich des verarbeitenden Gewerbes ein guter Wert. Zur Stufe 1 (Anfänger) zählt mehr als jedes fünfte Unternehmen in Nordbayern beziehungsweise Mittelfranken, als Fortgeschrittene werden zumindest noch fünf Prozent identifiziert. Das ist mehr als das Doppelte des bundesweiten Vergleichs. Für die Top-Stufen 4 (Experte) und 5 (Exzellenz) berechnet die IHK-Studie nur noch Werte im Null-Komma-Bereich.

Auffallend in der Erhebung ist, dass grundsätzlich größere Unternehmen bei ihrer Digitalisierung weiter sind als Mittelständler und die wiederum weiter als Kleinbetriebe. Als größtes Hemmnis nennt die IHK-Studie einen „wirtschaftlich unklaren Nutzen". Aber auch „zu viele ungeklärte Rechtsfragen" oder „fehlende Finanzkraft" bremsen den digitalen Umbau.

Die lokale Studie „Produktionsstandort Nürnberg 4.0" des Wirtschaftsreferats der Stadt Nürnberg hatte bereits im Jahr 2015 zu Tage gefördert, dass in der Noris über 17 400 Beschäftigte dem Umfeld der digitalen Produktion zuzurechnen sind. Dies entsprach einem Anteil von sechs Prozent der Nürnberger Gesamtbeschäftigung – mit steigender Tendenz. Aktuell suchen viele Betriebe händeringend geeignete Spezialisten.

„In Summe ist Industrie 4.0 weder eine Jobmaschine noch eine Beschäftigungsvernichterin", prognostiziert das Nürnberger Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). Während es beim bundesweiten Beschäftigungsbestand keine wesentlichen Änderungen geben werde, verschwinden oder wandeln sich einzelne Berufsbilder stark. Gleichwohl schneidet Nürnberg in einer weiteren IAB-Analyse zu den Folgen für den Arbeitsmarkt relativ gut ab. Es gebe hier einem vergleichsweise niedrigen Anteil an Beschäftigten mit sogenanntem hohen Substituierbarkeitspotenzial durch die Digitalisierung. Allerdings wird die Bedeutung von Aus- und Weiterbildung wegen der neuen Anforderungen deutlich anwachsen. Bis Ausbildungslehrpläne und Studiengänge angepasst sind, wird sich wohl viel in Eigenregie der Unternehmen abspielen. Der Nürnberger

Bei Siemens üben Nachwuchskräfte das „Virtuelle Schweißen".



Blick in die Zukunft: Augmented-Reality-Brillen können computergestützte Informationen oder technische Lösungen visualisieren.

Ausbildungsbereich von Siemens hat beispielsweise das Modul „Virtuelles Schweißen" in den hauseigenen Lehrplan integriert.

Ein weiterer Knackpunkt auf dem Weg zur Industrie 4.0 ist die Furcht der Unternehmen vor zunehmenden Hackerangriffen oder Datenspionage. Nicht zu Unrecht, weiß der Nürnberger Experte für Informationssicherheit, Mark Semmler, aus seiner Beratung. „In der Praxis haben wir tatsächlich brutale Probleme." Zum einen, weil das Internet eher als Spaß- und Spielenetz groß geworden sei, zum anderen, weil viele Firmen-Chefs Informationssicherheit noch nicht als zentrales Risiko für ihr Geschäft erkannt hätten.

Das Nürnberger Wirtschaftsreferat hat eine Digitalisierungsstrategie gestartet, die sich mit vielen Einzelmaßnahmen auf vier Handlungsfelder konzentriert. Dazu zählen die Vernetzung und Beratung, der Ausbau von Forschung und Entwicklung, die digitale Gründerförderung und die Verbesserung der digitalen Infrastruktur mit Breitbandausbau und Public Free Wifi. Gerade angesichts des lokal ausgeprägten Hightech-Profils insbesondere in den Bereichen Automatisierung, Elektronik, Energietechnik, Automotive und Verkehrstechnik kommt Nürnbergs Wirtschaftsreferent Michael Fraas zum Schluss: „Hier sind die Kompetenzen und hier entstehen die Lösungen für die digitale Transformation und Industrie 4.0." ■