Bild 1. Die realitätsnahe Produktionsumgebung der Demonstrationsfabrik Aachen bietet die einzigartige Möglichkeit, Fragestellungen der Industrie 4.0 in einem realen Betrieb praxisgerecht zu untersuchen.

Schneller lernen dank visueller Unterstützung

Interaktive 3D-Montageanleitung steigert die Produktivität

Der Erfolg produzierender kleiner und mittelständischer Unternehmen in Deutschland ist in einer hohen Innovations- und Gestaltungsfähigkeit sowie Reaktionsgeschwindigkeit auf veränderte Marktanfragen begründet. Die derzeitige Entwicklung zu kundenindividuellen Produkten bei kleinen Losgrößen setzt flexible und wandlungsfähige Produktionssysteme voraus. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, bedarf es neben technologischer sowie organisatorischer Exzellenz vor allem gut ausgebildeter und kompetenter Mitarbeiter auf allen Qualifikationsstufen.

Eine mögliche Lösung bietet hier die adaptive 3D-Montageanleitung. Dabei wird direkt aus einer Konstruktionsdatei – ohne zusätzliche Medienbrüche – eine visuelle Bauanleitung erstellt und auf einem Touch-Screen am Arbeitsplatz dargestellt. Die animierte Anleitung wird automatisch beim Anmelden des Fertigungsauftrages am Terminal des Montageplatzes aufgerufen. Neben einem deutlich schnelleren Anlernen des Mitarbeiters, werden sämtliche administrativen Tätigkeiten – durch das automatische Rückmelden der Arbeitsgänge mittels Druck auf den Bildschirm – entscheidend verringert. Die Qualität verbessert sich infolge weniger Fehler, damit verbundene Nacharbeiten werden wesentlich reduziert.

Eine prototypische Umsetzung wurde bereits in der Demonstrationsfabrik Aachen vorgenommen. In einem gemeinsamen Projekt zwischen dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, dem Forschungsinstitut für Rationalisierung FIR e.V. an der RWTH Aachen sowie dem IT (Informationstechnologie)-Dienstleister itelligence, Bielefeld (http://itelligence-group.com/de), wurde eine Montagestraße mit der adaptiven 3D-Montageanleitung ausgerüstet und erfolgreich in der Praxis getestet.

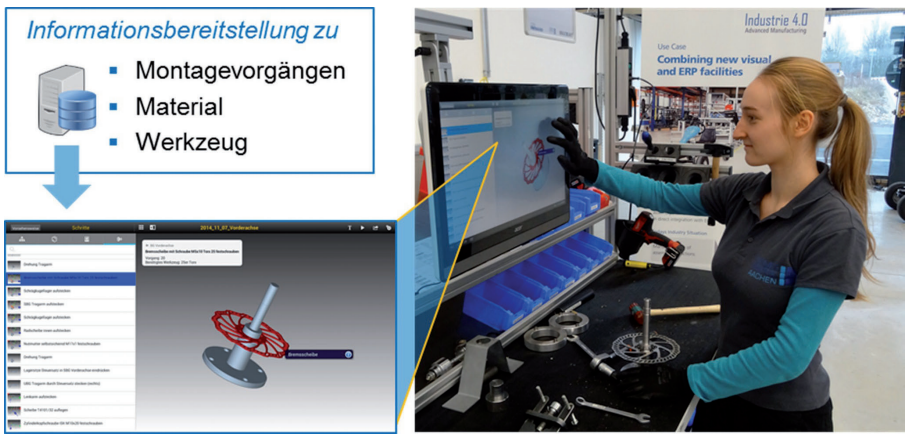

Bild 2. Mithilfe der virtuellen 3D-Montageanleitung lässt sich der administrative Aufwand für die Mitarbeiter deutlich verringern.

Industrie 4.0 – Unterstützung durch visuelle Montageanleitungen

Seit vielen Jahren stehen bei Unternehmen die kontinuierliche Optimierung des Produktionsprozesses und die Vermeidung von Verschwendung im Fokus. Durch die rasante Entwicklung moderner Informations- und Kommunikationstechniken (IKT) eröffnet Industrie 4.0 Unternehmen neue Möglichkeiten, komplexe Produktionssysteme und Prozesse zu verstehen und zu beherrschen. Im Mittelpunkt steht dabei die echtzeitfähige, „intelligente“, horizontale sowie vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Lösungen zum dynamischen Management komplexer Systeme. Daraus leiten sich vollständig neue Formen der Kollaboration über alle Ebenen des Unternehmens ab, welche die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine grundlegend verändern.

Die Demonstrationsfabrik auf dem RWTH Aachen Campus bietet im Universitätsumfeld die einzigartige Möglichkeit, gemeinsam mit Industrie und universitären Partnern Fragestellungen der Industrie 4.0 anhand einer realen Produktion empirisch zu untersuchen. Forschungspartnern wird auf diese Weise die Möglichkeit zuteil, anhand realer Produktionsdaten zum Beispiel Produktionssteuerungsprinzipien, Montagekonzepte oder Layout-Alternativen zu erproben sowie quantitativ zu bewerten. So

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Bild 3. Die Daten können automatisiert ausgewertet werden, um Prozesse in der Montage zu analysieren und die Transparenz zu erhöhen – auch über Web-Applikationen. *Bild (3): DFA*

Vom nativen Konstruktionsformat zur bedienerfreundlichen Montageanleitung

Grundlage zur Erstellung der Montageanleitung bildet eine technische Zeichnung im nativen Format, welche bereits im Konstruktionsprozess entsteht und von der Entwicklung zur Verfügung gestellt wird. Diese enthält alle Bauteile und Baugruppen des Produkts, welche montiert werden sollen. Mittels „SAP Visual Enterprise Author“ wird die technische Zeichnung in ein Format umgewandelt, in dem die Bauteile / Baugruppen virtuell montiert werden. Anhand der virtuellen Montage können Animationen aufgenommen und den Mitarbeitern als Montageanleitung zur Verfügung gestellt werden. Um eine spätere Verknüpfung von Montageanleitung und SAP zu erzielen, müssen Teilenummern von Bauteilen und Baugruppen sowie die Arbeitsschritte beziehungsweise Vorgänge einer identischen Nomenklatur folgen.

gestattet die Demonstrationsfabrik beispielsweise die Integration neuester IT-Systeme in der Produktion und lässt anhand von realen Rückmeldedaten die Untersuchung der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Planung und Steuerung der Produktion zu, **Bild 1**.

Die Möglichkeiten der 3D-Montageanleitung wurden in der Demonstrationsfabrik in einem gemeinsamen Projekt von WZL, FIR und itelligence umgesetzt. Basis dafür bietet die manuelle Montage eines Elektrokleinfahrzeugs, welches in Prototypen- und Vorserie in der Demonstrationsfabrik produziert wird. Alle Vor- und Endmontagestationen der Produktion wurden hierfür mit Touch-Screens ausgestattet, **Bild 2**. Sie erlauben die Darstellung der 3D-Montageanleitungen und sind über eine Web-Applikation an das SAP-System angeschlossen.

Nutzen der 3D-Montageanleitung

Insbesondere bei der auftragsbasierten Fertigung kleinerer Losgrößen wirken sich Skaleneffekte, wie die Lernkurve von Werkern, überproportional auf die Stückkosten des Produkts aus. Durch das Reduzieren von Einarbeitungszeiten und Fehlern in der Montage können an dieser Stelle große Effekte bei der Stückkostensenkung sowie in der Qualitätssicherung erzielt werden. Mithilfe der adaptiven 3D-Montageanleitungen können zu jedem Fertigungsauftrag selbständig ablaufend und dynamisch die notwendigen Montageschritte angezeigt werden.

Einfach zu verstehende, visuell dargestellte Montageabläufe erleichtern es dem Werker, neue Produkte – unter Sicherung aller Qualitätsansprüche – deutlich schneller zu fertigen. Abhängig von der Qualifikation des Werkers können die Montageanleitungen in verschiedenen Detailgraden angezeigt werden. Unklare Montageschritte lassen sich interaktiv vergrößern, genauere Informationen über zu verwendende Bauteile, Werkzeuge und C-Teile können hinzugefügt werden. Die bis dato übliche Form von Montageanweisungen in Papierform wird an dieser Stelle durch eine digitale Lösung ersetzt. Diese lässt sich unter Verwendung bereits bestehender 3D-Modelldaten wesentlich flexibler an variantenreiche Produktionen anpassen.

Rückmeldedaten in SAP erzeugen und so „Blindleistung“ verringern

Das Erfassen von Montagezeiten einzelner Baugruppen findet aktuell meist produktionsbegleitend statt – oft zeitintensiv vom Werker durchgeführt. Die Rückmeldung der Montageschritte mittels Barcodescanner macht damit fortwährend eine nicht-wertschöpfende Tätigkeit notwendig. Durch Verknüpfung der virtuellen Montageanleitung mit dem SAP-System über eine Web-Applikation, kann diese Tätigkeit in den Montageprozess integriert und die „Blindleistung“ des Werkers deutlich reduziert werden.

Über die schrittweise Bestätigung der einzelnen Montageschritte am Touch-Screen werden fortlaufend Rückmeldedaten zum SAP-System übermittelt. Zum einen erübrigt sich damit ein vom Montageprozess entkoppeltes Rückmeldesystem, zum anderen können diese Daten automatisiert ausgewertet werden, um Prozesse in der Montage zu analysieren und die Transparenz für die Montageplanung und -steuerung zu steigern, **Bild 3**. Über eine Verknüpfung der virtuellen Montageanleitung mit Arbeitsplänen des SAP-Systems lassen sich zudem feingranulare Rückmeldedaten erzeugen, welche den Detailgrad herkömmlicher, papiergebundener Rückmeldungen weit übersteigen.

Industrie 4.0-Ansatz wirtschaftlich nutzen

Um einerseits administrative Abläufe sowohl im Produktionsbereich als auch in der Montage zu reduzieren und andererseits die Transparenz im Prozess für notwendige Optimierungen zu erhöhen, bietet die Verwendung einer 3D-Montageanleitung in der manuellen Montage einen Industrie 4.0-Lösungsansatz mit hohem Nutzenpotential. Gerade im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen wie komplexere Fertigungsprozesse, variantenreichere Produkte sowie immer kleinere und kundenindividuellere Losgrößen gilt es, die Produktion zu dynamisieren und die Komplexität beherrschbar zu machen. Mithilfe der virtuellen Montageanleitung kann eine durchgehende papierlose Kommunikation vom Shopfloor bis zum ERP (Enterprise Resource Planning)-System geschaffen und der administrative Aufwand für den Werker deutlich reduziert werden. *Gregor Tücks, Marco Molitor* und *Dennis Schiemann*

*Dr. **Gregor Tücks** ist Geschäftsführer der Demonstrationsfabrik Aachen, M. Sc. **Marco Molitor** und Dipl.-Wirt-Ing. **Dennis Schiemann** sind wissenschaftliche Mitarbeiter am WZL sowie am FIR in Aachen.*

Info

*DFA Demonstrationsfabrik Aachen GmbH,
Steinbachstr. 25, 52074 Aachen,
Tel. 0241 / 51031-800, Fax -9800,
E-Mail: info@demofabrik-aachen.de,
Internet: www.demofabrik-aachen.de*

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf